

**RAUTATIESILTOJEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET**

**SYL-R**

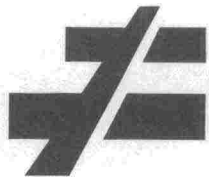


## **RAUTATIESILTOJEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET SYL-R**

**RHK**  
RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111  
FAX. (09) 5840 5140  
SÄHKÖPOSTI: kun@rhk.fi

ISBN 952-445-087-9  
ISSN 1456-1220



2.5.2003

## RAUTATIESILTOJEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET SYL-R

**Ratahallintokeskus on hyväksynyt Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R.  
Voimassa 15.5.2003 lukien**

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Kunnossapitoyksikön päällikkö



Markku Nummelin

Korvaa

**Rautatiesiltojen tekniset ohjeet (RSTO) osa 1 Rakenteelliset ohjeet,  
osa 2 Rautatiesiltojen paalut ja osa 3 Rakennusaikaisten rakenteiden ohjeita,  
31.7.1997**



## ESIPUHE

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R käsittelee sillanrakennuksen yleisiä laatuvaatimuksia rautatiesilloille. Ohje on laadittu tarkentamaan Tiehallinnon vastaavia Sillanrakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (SYL) rautatiesiltojen vaatimusten mukaisiksi. Tässä ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon SYL-ohjeisiin.

Julkaisun toimitustyö on tehty Ratahallintokeskuksen ohjauksessa. Työryhmässä ovat olleet mukana Harri Yli-Villamo Ratahallintokeskuksesta sekä Seppo Hakala, Esko Matela, Vilho Roos, Teuvo Tiilikainen ja Janne Wuorenjuuri Oy VR-Rata Ab:stä.

Helsingissä, toukokuussa 2003

Ratahallintokeskus  
Kunnossapitoyksikkö

## SISÄLLYSLUETTELO

1 YLEINEN OSA .....	7
1.1 Yleistä .....	7
1.1.1 Soveltaminen .....	7
1.1.3 Lyhenteet .....	7
1.1.4 Käsitteet .....	7
1.1.5 Asiakirjat ja niiden sitovuus .....	9
1.1.7 Pysyvien rakenteiden suunnitelmat ja niiden muuttaminen .....	9
1.2 Laatuvaatimukset .....	9
1.2.2 Sillan sijainti .....	9
1.2.2.1 Sillan sijainti pystytasossa .....	9
1.2.2.2 Sillan sijainti vaakatasossa .....	9
1.2.3 Yleistä .....	9
1.2.10 Pystysuoran ja vinon rakenneosan kaltevuus .....	9
1.3 Laadunhallinta .....	9
1.3.1 Yleistä .....	9
1.3.3 Resurssit .....	10
1.3.3.1 Henkilöstö .....	10
1.4 Laadunvarmistus .....	10
1.4.8 Kelpoisuuden osoittaminen ja sillan laaturaportti .....	10
1.4.8.1 Yleistä .....	10
1.6 Vanhojen rakenteiden suojelu ja purkaminen .....	10
1.7 Siltapaikan rakenteet ja viimeistelytyöt .....	10
2 MAA- JA POHJARAKENTEET, RAUTATIESILLAT .....	11
2.1 Yleistä .....	11
2.1.1 Soveltamisalue, lyhenteet ja noudatettavat asiakirjat .....	11
2.1.3 Tekniset työsuunnitelmat .....	12
2.1.7 Työnaikaiset tarkastukset ja kelpoisuuden osoittaminen .....	12
2.2 Alustavat työt .....	12
2.3 Kaivu- ja louhintatyöt .....	13
2.3.1 Soveltamisalue .....	13
2.3.2 Tekninen työsuunnitelma .....	13
2.3.3 Kaivantojen laatuvaatimukset .....	13
2.3.3.2 Kaivantojen tukeminen .....	13
2.3.3.3 Kaivutyöt .....	14
2.3.3.4 Kaivannon kuivanapito .....	15
2.3.3.5 Räjätys- ja louhintatyöt .....	16
2.4 Täytöt .....	16
2.4.1 Soveltamisalue .....	16
2.4.2 Tekninen työsuunnitelma .....	16
2.4.3 Täyttöjen laatuvaatimukset .....	16
2.4.3.1 Täyttö perustusten alla .....	16
2.4.3.2 Sillan peruskuopan ja taustan täyttö .....	17
2.4.4 Täyttöjen kelpoisuuden osoittaminen .....	17
2.4.101 Sillan päiden siirtymärakenteet .....	17
2.7 Maapohjan vahvistukset .....	18
2.8 Lyöntipaalutukset .....	18
2.8.1 Soveltamisalue .....	18

## SYL-R Sisällysluettelo

2.8.4	Lyöntipaalutustyön tekninen työsuunnitelma	18
2.8.5	Lyöntipaalutustyön laatuvaatimukset	18
2.9	Suurpaalutukset	19
2.9.1	Soveltamisalue	19
2.9.4	Suurpaalutustyön tekninen työsuunnitelma	19
2.9.5	Suurpaalutustyön laatuvaatimukset	19
2.9.6	Suurpaalutustyön kelpoisuuden osoittaminen	20
3	BETONIRAKENTEET, RAUTATIESILLAT	22
3.1	Yleistä	22
3.1.1	Soveltaminen	22
3.1.3	Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet	22
3.2	Rakenneosakohtaiset vaatimukset ja ohjeet	22
3.2.1	Peruslaatat ja pengerlaatat	22
3.2.1.1	Sijainti	22
3.2.1.5	Pinnat	22
3.2.2	Pääty- ja välituet	23
3.2.2.5	Pinnat	23
3.2.3	Päällysrakenne	23
3.2.3.4	Pinnat	23
3.2.7	Maanvastaisen betonipinnan kosteuseristys	23
3.2.7.1	Yleistä	23
3.3	Materiaalit	24
3.3.1	Betoni	24
3.3.1.1	Osa-aineet	24
3.3.1.5	Kelpoisuuden osoittaminen	24
3.3.1.6	Dokumentointi	24
3.3.10	Muut teräsosat	24
3.4	Työn suoritus	25
3.4.2	Telineet ja muotit	25
3.4.2.2	Muotti ja teline	25
3.4.2.3	Telineiden ja muottien purkaminen	25
3.4.4	Betonityöt	25
3.4.4.4	Betonointi	25
3.4.4.5	Työsaumojen tekeminen ja käsittely	25
3.4.4.6	Betonipintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus	26
3.4.5	Massiivisten rakenteiden betonointi	26
3.4.5.1	Suunnitelma	26
3.4.5.2	Laadunvalvonta	27
3.4.6	Betonointi kylmällä säällä	27
3.4.7	Vedenalainen betonointi	27
3.4.7.3	Suunnitelma (Menettely A)	27
3.4.8	Ruiskubetonointi	27
3.4.8.1	Suunnitelma	27
3.4.8.2	Kalusto	28
3.4.101	Betonipintojen impregnointi, pinnoitus tai laatoitus	28
4	TERÄSRAKENTEET, RAUTATIESILLAT	30
4.1	Yleistä	30
4.1.1	Soveltamisalue	30



4.1.3	Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet	30
4.2	Aineet ja tarvikkeet	30
4.2.5	Muut aineet ja tarvikkeet	30
4.3	Rakenneosat	31
4.3.3	Hitsausliitokset	31
4.3.3.1	Hitsien laatuvaatimukset	31
4.3.3.2	Hitsaussuunnitelma	31
4.3.3.9	Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi	31
4.3.4	Pulttiliitokset	32
4.3.4.2	Tarvikkeet	32
4.3.5	Kitkaliitokset	32
4.3.5.5	Liittimien kiristäminen	32
4.3.7	Kokoonpano	32
4.3.7.4	Väliaikaiset kiinnitykset	32
4.5	Pintakäsittely	32
4.5.1	Yleistä	32
4.5.2	Pintakäsittelyn työsuunnitelma	33
4.5.2.1	Suunnitelman muoto ja sisältö	33
4.5.2.2	Hyväksyttävät pinnoitteet	33
4.5.6	Muut menetelmät	33
4.5.6.101	Rautatiesiltojen tukikerroksen alla olevat pinnat	33
4.101	Työ- ja ympäristönsuojelu	33
4.101.1	Työsuojelu	33
4.101.2	Ympäristönsuojelu	34
5	PUURAKENTEET, RAUTATIESILLAT	35
5.1	Yleistä	35
5.1.1	Soveltaminen	35
5.1.3	Lyhenteet	35
5.3	Puurakennetyöt	35
5.3.3	Syrjälankkukansi	35
5.3.4	Liimapuinen elementtikansi	36
5.3.6	Jätepuutavaran hävittäminen	36
6	KANNEN PINTARAKENTEET, RAUTATIESILLAT	37
6.1	Yleistä	37
6.1.1	Soveltamisalue	37
6.1.2	Käsitteet ja lyhenteet	37
6.2	Vedeneristys	37
6.2.3	Betonikannen eristys	37
6.2.3.1	Yleistä	37
6.2.3.2	Eristysalustalle asetettavat vaatimukset	38
6.2.3.3	Kermieristys	38
6.2.3.4	Mastiksieristys	39
6.2.3.5	Ruiskutettavat ja siveltävät massaeristykset	39
6.2.3.6	Muu eristys	39
6.2.3.101	Polymeeripitoinen laastipinnoite	40
6.2.3.102	Polymeerisementtibetoni	41
6.2.4	Teräskannen eristys	41
6.2.4.4	Ruiskutettavat ja siveltävät massaeristykset	41

6.2.4.5 Kermieristys .....	42
6.3 Eristyksen suojaus .....	42
6.3.3 Suojabetoni .....	42
7 VARUSTEET JA LAITTEET, RAUTATIESILLAT .....	43
7.1 Yleistä .....	43
7.1.1 Soveltamisalue .....	43
7.2 Liikuntasaumat .....	43
7.2.1 Yleiset laatuvaatimukset .....	43
7.2.2 Asennus .....	44
7.2.2.3 Liikuntasaumalaitteet .....	44
7.3 Laakerit ja nivelet .....	44
7.3.1 Yleiset laatuvaatimukset .....	44
7.6 Suojalaitteet .....	45
7.6.1 Kaiteet ja johteet .....	45
7.6.1.2 Laatuvaatimukset .....	45
7.6.3 Muut suojalaitteet .....	46
7.7 Muut varusteet ja laitteet .....	47
7.7.3 Tippuputket .....	47
7.7.4 Pintavesiputket .....	47
7.7.6 Salaojat .....	47
7.7.7 Kaapeliputket, -hyllyt ja kaapelikanavat .....	48
7.7.8 Tarkkailu- ja kontaktitapit .....	48
7.7.101 Tukikerroksen katkaisulaite .....	48
7.7.102 Sillan maadoitus .....	49
7.7.102.1 Yleistä .....	49
7.7.102.2 Rakenteet ja materiaalit .....	49
7.7.102.3 Hitsaus .....	50
7.7.102.4 Sähköiset vaatimukset .....	50
7.7.102.5 Maadoituksen tarkastus .....	51
7.7.102.6 Dokumentointi .....	51
7.7.102.7 Ohjeista poikkeaminen .....	52
VIITTEET .....	53

## LIITELUETTELO

Liite 1	SYL 2-R L1	Radan lähellä tehtävien maa-, pohja- ja kalliorakennustöiden työturvallisuussuunnitelmassa huomioitavat asiat
Liite 2	SYL 3-R L1	Uusien betonirakenteiden pinnoitustyytit
Liite 3	SYL 4-R L1	Rautatiesiltojen suositeltavat maalausjärjestelmät
Liite 4	SYL 4-R L2	Pintakäsittelyn laaturaportti, yhteenveto liitteenä olevasta kelpoisuusaineistosta
Liite 5	SYL 4-R L3	Pintakäsittelyn laaturaportti, kelpoisuuden yhteenveto
Liite 6	SYL 4-R L4	Pintakäsittelyn seurantakortti
Liite 7	SYL 4-R L5	Silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuusmittauksen pöytäkirja
Liite 8	SYL 4-R L6	Tartuntamittauksen pöytäkirja





## 1 YLEINEN OSA

### 1.1 Yleistä

Tämä ohje on Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R). Ohje on laadittu tarkentamaan Tiehallinnon vastaavia SYL 1...7, 2002 ohjeita rautatiesiltojen vaatimusten mukaisiksi.

Tiehallinnon laatimat SYL-ohjeet ovat:

- SYL 1 Yleinen osa
- SYL 2 Maa- ja pohjarakenteet
- SYL 3 Betonirakenteet
- SYL 4 Teräsrakenteet
- SYL 5 Puurakenteet
- SYL 6 Kannen pintarakenteet
- SYL 7 Varusteet ja laitteet

Tässä ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon SYL-ohjeisiin. Tässä ohjeessa noudatetaan samoja otsikkonumeroita kuin edellä mainituissa ohjeissa. Ylimääräiset otsikot numeroidaan alkaen numerosta 101. SYL-ohjeissa mainittu tuotteiden Tiehallinnon hyväksyntä on samalla myös Ratahallintokeskuksen (RHK) hyväksyntä, ellei asiaa ole toisin sanottu.

#### 1.1.1 Soveltaminen

- .1 SYL-R-ohjetta noudatetaan RHK:n rakennuttamien rautatiesiltojen ja rataan liittyvien rakenteiden uudis- ja korjausrakentamisessa. RHK:n omistukseen tulevien tiesiltojen rakentamisen teknillisissä asioissa noudatetaan Tiehallinnon SYL-ohjetta, rakennuttamisasioissa noudatetaan tällöinkin SYL-R-ohjetta.

#### 1.1.3 Lyhenteet

- .1 Tästä Rautatiesiltojen yleisten laatuvaatimusten osasta "Yleinen osa" käytetään lyhennettä SYL 1-R.

#### 1.1.4 Käsitteet

- .1 Tässä osassa määritetään vain yleiseen osaan, SYL 1-R, liittyvät käsitteet. Muissa osissa esiintyvät määritelmät esitetään omina kohtina osa-alueittain.

Aukean tilan ulottuma (ATU) on rautatiealueen tila, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita tai laitteita. ATUn muoto ja mitat on esitetty RAMO 2:n /1/ liitteessä 2.

Hyödyllinen leveys on vaakasuoraan mitattu ratalinjaa vastaan kohtisuorassa oleva kaiderakenteiden välinen lyhin etäisyys.

Kaide-etäisyys on kaiteen sisäpinnan etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta.

Kulkukorkeus on kiskon selän ja kuljetusten korkeutta rajoittavien kannen yläpuolisten rakenteiden välinen pienin pystysuora etäisyys.

Päätoteuttaja on pääurakoitsija tai sellaisen puuttuessa tilaaja tai muu osapuoli, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta. Urakalla tehtävässä työssä tilaaja määrää päätoteuttajan, joka on yleensä pääurakoitsija tai rakennuttajakonsultti.

Rakennuttaja on henkilö tai yhteisö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työn tuloksen, eli on taho, jonka omistukseen silta lopulta jää. Sillan omistajuus määritetään siltasopimuksessa.

Ratatyöulottuma (RATU) on rautatiealueen tila, jonka sisäpuolella tehtävissä tai sisäpuolelle ulottuvissa ratatöissä tai tarkastuksissa työntekijällä on oltava RHK:n myöntämä työturvallisuus pätevyys. Ratatyöulottumaa sovelletaan myös radan purkamistöissä, jos purkutyö vaikuttaa käytössä olevan tai käyttöön otettavan radan tekniseen laatuun tai liikenneturvallisuuteen, tai jos työntekijöiden turvallisuus sitä edellyttää. Ratatyöulottuman muoto ja mitat on esitetty ohjeen Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset /2/ liitteessä 1.

Sillan laaturaportti on dokumentti, jolla urakoitsija osoittaa sillan täyttävän kelpoisuus- ja laatuvaatimukset koko sillan osalta. Sillan laaturaportti sisältää myös kunnossapitäjän käyttöön tarkoitetun aineiston. Rautatiesilloilla voidaan sillan laaturaportista käyttää nimitystä sillan kelpoisuuskirja.

Siltasuunnitelma on tiesuunnitelmaa ja radan yleissuunnitelmaa vastaava sillan suunnitelma, joka antaa edellytykset hankkeen hallinnolliselle käsittelylle ja sillan rakennussuunnitelman laatimiselle.

Tilaaja on urakoitsijan sopimuskumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen. Rautatiesiltojen tilaajana on yleensä RHK.

Toteumapiirustus on piirustus, johon on merkitty rakenteen tai rakenneosan toteutuneet mitat ja muut poikkeamat suunnitelmiin nähden. Toteumapiirustukseen kirjataan nimiön päälle "Näin tehty", päivämäärä ja tilaajan valvojan allekirjoitus. Tilaajan valvoja toimittaa toteumapiirustukset rakennuttajalle arkistoitavaksi. Lisäksi, rakennuttajasta riippumatta, RHK:lle tulee toimittaa kopio rakenteen yleispiirustuksesta sekä kaikki sähköturvallisuuteen liittyvät dokumentit rataympäristöön liittyvistä rakenteista.

### 1.1.5 Asiakirjat ja niiden sitovuus

- .101 SYL-R-ohjeessa esitetyt vaatimukset ja sitovat tiedot menevät pätevyysjärjestyksessä ohjeissa SYL 1...7 esitettyjen vastaavien vaatimusten ja tietojen edelle, kun kyse on rautatiesilloista.

### 1.1.7 Pysyvien rakenteiden suunnitelmat ja niiden muuttaminen

- .2 Pysyvien rakenteiden ja niiden muutosten suunnitelmat ja suunnitelma-muutokset toimitetaan RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväk-syttäväksi. Pysyvien rakenteiden rakennusaikaiset suunnitelmat ja suunni-telmamuutokset tulee olla RHK:n hyväksymiä.

## 1.2 Laatuvaatimukset

### 1.2.2 Sillan sijainti

#### 1.2.2.1 Sillan sijainti pystytasossa

- .1 Rautatiesilloilla sillan sijainnin sallittu poikkeama pystytasossa on  $\pm 20$  mm hylkäysrajan ollessa  $\pm 40$  mm.

#### 1.2.2.2 Sillan sijainti vaakatasossa

- .2 Jos silta rakennetaan ennen kuin radan päällysrakenne sillan molemmin puolin on rakennettu, sillan sijainti tarkastetaan vaakatasossa runkopistei-den suhteen. Jos silta rakennetaan sen jälkeen, kun radan päällysrakenne on tehty, ts. radan lopullinen sijainti vaakatasossa tunnetaan, tarkistetaan sillan sijainti toteutuneen ratalinjan suhteen.

### 1.2.3 Yleistä

- .1 Lisäksi rautatiesilloilla kaide-etäisyyden sallittu poikkeama on  $+40$  mm ja  $-10$  mm. Hylkäysraja on vastaavasti  $+80$  mm ja  $-20$  mm.
- .2 Lisäksi kaide-etäisyys mitataan kapeimmalta kohdalta.

### 1.2.10 Pystysuoran ja vinon rakenneosan kaltevuus

- .2 Kaltevuus mitataan pinnasta tai särmästä, joka on lähinnä alimenevän väylän/radan tai vesilinjan keskilinjaa.

## 1.3 Laadunhallinta

### 1.3.1 Yleistä

- .2 Siltaurakoissa käytetään yleensä Tiehallinnon luokittelemia siltaurakoit-sijoita, jolloin urakoitsijoilta edellytetään arvioitua Tiehallinnon hyväksy-



mää laatupolitiikkaa ja laatujärjestelmää sekä työn vaativuutta vastaavaa suorituskyyä ja luotettavuutta sekä kokemusta rautatieympäristöstä.

Myös RHK voi tehdä siltaurakoitsijoiden sekä aliurakoitsijoiden luokittelua vaativuusryhmiin ja muutoksia luokitteluryhmien välillä.

- .101 Sillan urakkaohjelmassa määritellään kyseisen siltaurakan edellyttämä vaatimustaso ja urakointimenettelytapa.

### 1.3.3 Resurssit

#### 1.3.3.1 Henkilöstö

- .4 Siltaurakoitsijoiden tai siltaurakan toteutusta valvovan organisaation henkilöstön pätevyys kuten siltapätevyys, koulutus, kokemus ja ammattitaito on osoitettava RHK:n hyväksymällä tavalla. RHK:n vaatimat pätevyudet on esitetty ohjeessa Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset /2/.

## 1.4 Laadunvarmistus

### 1.4.8 Kelpoisuuden osoittaminen ja sillan laaturaportti

#### 1.4.8.1 Yleistä

- .3 Urakoitsija laatii jokaisesta siltatyöstä jäljempänä esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden mukaisen sillan laaturaportin.
- .4 Urakan valmistuttua urakoitsija luovuttaa sillan laaturaportin tilaajan valvojalle, joka tarkastettuaan ja allekirjoitettuaan laaturaportin toimittaa sen arkistoitavaksi rakennuttajalle eli sillan omistajalle.

## 1.6 Vanhojen rakenteiden suojelu ja purkaminen

- .101 Mikäli on vaara, että vanhan, paikalleen jäävän rakenteen mahdolliset liikkeet aiheuttavat riskin junaliikenteelle tai muulle turvallisuudelle, urakoitsijan on tehtävä siitä suunnitelma ja mittausohjelma, jotka RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation tulee hyväksyä ennen tuenta- tai suojaustoimenpiteiden aloittamista. RHK tai sen valtuuttama organisaatio määrittelee sallitut siirtymät ja kaikista ylityksistä on ilmoitettava tilaajan valvojalle, joka ilmoittaa niistä RHK:lle toimenpiteitä varten.

## 1.7 Siltapaikan rakenteet ja viimeistelytyöt

- .3 Toteumapiirustuksiin merkitään siltapaikalle jätettyjen työnaikaisten rakenteiden sijainnit taso- ja leikkauspiirustuksissa. Nykyisten ja tulevien raiteiden kohdalta on poistettava työnaikaiset rakenteet, kuten tukiseinät ja työnaikaiset paalut, kokonaan tai vähintään tason radan kv-1,0 m yläpuolisilta osin.

## 2 MAA- JA POHJARAKENTEET, RAUTATIESILLAT

### 2.1 Yleistä

Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin maa- ja pohjarakenteiden laatuvaatimuksiin, SYL 2, Maa- ja pohjarakenteet, Tiehallinto 2002. Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL 2:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat täydentävät tai korvaavat SYL 2:n vastaavat kohdat.

Maa-, pohja- ja kalliorakennustöistä laaditaan aina työkohtainen työselitys, joka noudattaa SYL 2 nimikkeistöä.

#### 2.1.1 Soveltamisalue, lyhenteet ja noudatettavat asiakirjat

- .1 Tätä osaa rautatiesiltojen yleisistä laatuvaatimuksista käytetään tehtäessä rautatiesiltojen maa- ja pohjarakennustöitä. Lisäksi noudatetaan soveltuvin osin ohjeissa SYL 1, SYL 2, SYL 3 ja SYL 4 esitettyjä vaatimuksia ja ohjeita.
- .2 Tiehallinnon ohjeen "Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset" (TYLT) sijasta rautatieympäristön maa- ja pohjarakentamisessa noudatetaan radan osalta RHK:n ohjetta "Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset" RMYTL /4/, osat 1...6. Alittavan/ylittävän väylän osalta noudatetaan TYLT:iä.
- .3 Rautatiesiltojen maarakennustöissä noudatetaan soveltuvin osin junaturvallisuu-teen ja rakentamiseen liittyen seuraavia ohjeita:
  - Junaturvallisuuksääntö /5/
  - Sähköratamääräykset /6/
  - Ratatekniset määräykset ja ohjeet, RAMO /1/
  - Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset RMYTL /4/.
- .101 Rautatiesiltojen rakentamisen erityispiirteitä ovat apusiltojen käyttö ja sillan siirtomenetelmä. Näiden maa- ja pohjarakennustöistä on laadittava erilliset suunnitelmat työselityksineen. Siirrettävän sillan ja apusillan erityispiirre on rakentaminen lyhyiden raidevarausten aikana. Näiden rakentamiseen liittyviä erityispiirteitä on esitetty 'Rautatiesiltojen suunnittelu-ohjeet RSO' osassa 5, Sillan rakentaminen liikennöidylle raiteelle /29/.
- .102 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Maa- ja pohjarakenteet, rautatiesillat voidaan käyttää lyhennettä SYL 2-R.

### 2.1.3 Tekniset työsuunnitelmat

- .1 Työsuunnitelmilla on oltava RHK:n hyväksyntä ennen töiden aloittamista. SYL 1.4.4 kohdassa lueteltujen asioiden lisäksi teknisessä työsuunnitelmassa on esitettävä:
  - tarkat aikataulut kaikista raidevarauksia vaativista työvaiheista
  - varajärjestelmien suunnitelmat ja niiden käyttö.
- .2 Liikennöitävällä raiteella, lyhyillä liikennekatkoilla tehtävistä maarakennustöistä laaditaan työsuunnitelma, jossa esitetään:
  - työvaiheet
  - tuntiaikataulu massamääriin ja työsaavutukseen perustuen, mistä käy ilmi kriittinen polku
  - kaluston määrä ja sijoittelu
  - massojen siirrot.

Ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta mainita, laaditaan erilliset tekniset työsuunnitelmat ainakin seuraavista töistä:

- kaivannot
- räjäytys- tai louhintatyöt
- täytöt perustusten alla
- työnaikaiset padot
- paalutustyöt
- lopullinen kannen siirtosuunnitelma perustamistapoineen, sivusiirto- ja pystytunkkaussuunnitelmineen sekä siirtoradan rakenteiden kapasiteetilaskelmat
- paalutustyön työtelineet ja työkonet sekä
- uivan kaluston käyttö.

Kaikki kaivu- ja tuentasuunnitelmat esitetään työvaiheittain ja niiden tulee perustua laskelmiin.

- .101 Kaikista työvaiheista urakoitsijan on laadittava turvallisuussuunnitelma, jossa on otettava huomioon mm. liitteessä SYL 2-R L1 sekä ohjeessa Työntekijöiden turvaaminen liikenteenalaisilla radoilla suoritettavissa radanpitotöissä /7/ (VR 5223) esitetyt asiat.

### 2.1.7 Työnaikaiset tarkastukset ja kelpoisuuden osoittaminen

- .1 Työnaikaisissa tarkastuksissa ja kelpoisuuden osoittamisessa sekä niihin liittyvissä dokumentoinneissa noudatetaan SYL 1.4.8 määräysten ja ohjeiden lisäksi RMYTL:ssä esitettyjä laatuvaatimuksia..

## 2.2 Alustavat työt

- .101 Alustavia töitä ovat myös tarvittavista raidevarauksista ja jännitekatkoista sopiminen.



- .102 Alustavat työt tehdään noudattaen ohjetta RMYTL osa 2, Alustavat työt /4/.

## 2.3 Kaivu- ja louhintatyöt

### 2.3.1 Soveltamisalue

- .2 Kaivu- ja louhintatöissä noudatetaan:
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y:n julkaisema Rakennuskäivanto-ohje RIL 181-1989 /8/
  - RMYTL osa 6, Kalliorakennustyöt /4/
  - Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä /9/
  - Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla /10/.

### 2.3.2 Tekninen työsuunnitelma

- .1 Rautatieympäristössä kaikista tuettavista kaivannoista ja kaikista louhintatöistä on laadittava ohjeen tarkoittama tekninen työsuunnitelma.
- .2 Teknisessä työsuunnitelmassa tulee esittää SYL 2.3.2.2 kohdassa esitettyjen asioiden lisäksi:
- sivussa rakennettavan kannen sijoittaminen liikennöitävään rataan nähden
  - kaivannon luiskien ja tukiseinien geotekniset mitoituslaskelmat.
- .101 Liikennöitävällä raiteella, lyhyillä liikennekatkoilla tehtävistä kaivutöistä laaditaan ohjeen SYL-2R kohdan 2.1 mukainen tekninen työsuunnitelma.

### 2.3.3 Kaivantojen laatuvaatimukset

#### 2.3.3.2 Kaivantojen tukeminen

- .1 Kaivantojen tuennassa on otettava huomioon ATU- ja sähköratamääräykset, jännitekatkot ja raidevaraukset. Kaivantosuunnitelma tulee hyväksyttää RHK:n valtuuttamalla tarkastajalla. Suunnitelmat tulee toimittaa tarkastettavaksi kaksi viikkoa ennen toteutusta varten varattua liikenne- ja jännitekatkoa.
- .101 Tuentasuunnitelmassa on otettava huomioon kaikissa työvaiheissa ATU ja tukirakenteiden sijainti kannen eri osien suhteen.
- .102 Raidevarausten aikana tehtävässä tukiseinän asennuksessa tulee aina varautua myös päältälyövän kaluston käyttöön.



Siirrettävissä silloissa tukiseinä sijoitetaan yleensä raiteiden väliin tai pölkyn päähän. Yleisin tukiseinätyyppi on yläpäästään vastapontteihin tuettu teräsponttiseinä. Noin kolmen metrin kaivussyvyydellä pontteja ei yleensä tarvitse lyödä ponttiin tukiseinän poiston helpottamiseksi. Seinään jääneet raot tiivistetään hitsaamalla teräslevyllä rako umpeen.

Rakennettaessa tukiseinää erittäin tiiviiseen, kiviseen tai lohkareiseen maahan ensisijainen tukiseinätyyppi on settiseinä. Settiseinä rakennetaan ohjeen 'Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä' /9/ mukaan.

Mikäli halutaan käyttää teräsponttiseinää, on valittava riittävän jäykkä ponttityyppi, joka kestää lyönnin kiviseen maahan. Suunnitelmien mukaisen teräspontin upotussyvyyden saavuttaminen on osoitettava ATUn ulkopuolella tehtävällä koepontituksella.

Apusiltakaivannoissa seinä tuetaan suunnitelman edellyttämiltä tasoilta kaivun edistymisen mukaan sisäpuolisia tukia tai ulospäin ankkuroituja tukia käyttäen. Tukiseinää ei saa tukea apusiltarakenteisiin kuin poikkeustapauksessa. Jos seinämän on oltava vesitiivis, tiivistetään kallioon ulotettavien teräsponttiseinien juuri kaivannon sisäpuolelle maankaivun jälkeen valettavalla teräsbetonipalkilla tai muulla sopivalla tavalla. Seinään jääneet raot tiivistetään hitsaamalla teräslevyllä rako umpeen.

Edellisen pontin vajoaminen seuraavaa lyödessä estetään esim. hitsaamalla tai käyttämällä pontin yläpäässä jarrukappaleina pieniä passiivipukkitukia.

- .103 Vastapontteja on oltava vähintään kaksi/ankkuri. Vetotankojen sijoittelussa ja asentamisessa on otettava huomioon, etteivät ne haittaa radan kunnossapitotöitä eivätkä vaikuta radan turvalaitetekniikkaan. Ankkurit ja vetotangot koevedetään Rakennuskaivanto-ohjeen /8/ mukaisesti.
- .104 Urakoitsijan on laadittava työvaiheista turvallisuussuunnitelma.

### 2.3.3.3 Kaivutyöt

- .1 Rautatieympäristön vaatimus on, että karkearakeisessa kitkamaassa kaivanto voidaan lyhytaikaisesti tehdä Kv-tasolta 1,8 m:n etäisyydeltä liikennöidyn raiteen keskeltä kaltevuuteen 1:1,5. Jyrkemmät luiskat on tehtävä

raidevarauksen aikana tai ne on tuettava. Hienorakeisissa maalajeissa kaivuluiska on suunniteltava tapauskohtaisesti.

- .2 Kaivumassojen läjitys on lisäksi tehtävä niin etäälle, ettei se haittaa sillan siirron muita työvaiheita.

- .6 Lisäksi:

Siirrettävien siltojen taustapaalurakenteiden kaivu tehdään paalutuksen jälkeen. Kun paalut lyödään noin 1 m:n välein, kaivukauhan tulee olla kapea. Paalujen välistä kaivu on suoritettava erittäin varovasti, jotta paaluja ei vaurioiteta.

#### 2.3.3.4 Kaivannon kuivanapito

- .1 Lisäksi:

Apusillan alla tehtävien kehäsiltojen kohdalla kaivannot ovat useimmiten syviä ja niiden perustus- ja kaivutyöt tehdään suunnitelman mukaan joko kuivatyönä tai vedenalaisena työnä.

- .101 Mikäli pohjavedenpinnan alentaminen toteutetaan suodatinputkista tai -kaivoista pumppaamalla tai tyhjiömenetelmällä, se on erikseen suunniteltava.

Imukärkien asennus tehdään vesihuuhtelulla kivettömässä siltti- ja hiekkamaassa tai suojaputken avulla poraamalla kivisessä maassa ja moreenissa.

Suodatinputkien ympärys imukärkien osalta täytetään suodatinhiekkalla. Putken yläosa täytetään savella tai muulla tiiviillä materiaalilla ilmatiiviyn saavuttamiseksi.

Käytössä tulee olla varapumppu ja jatkuva valvonta.

Imupumpun tehon tulee olla riittävä arvioidun pumppaustuoton ja nostokorkeuden suhteen.

Pohjaveden pumppaus tulee aloittaa vähintään 2 viikkoa ennen pohjavedenpinnan alapuolelle ulottuvien kaivutöiden aloitusta.

- .103 Yli kuukauden kestävässä pumppauksissa on suunniteltava ympäristön pohjavedenpintojen havainnointi ja muut mahdolliset tarkkailutoimenpiteet.

- .104 Kaivannon pohja ei saa löyhtyä kuivanapidon yhteydessä.

Siirrettävien laattasiltojen työnaikaiset kaivannot ovat suhteellisen matalia. Perustus- ja kaivutyöt tehdään kuivatyönä.

Kuivanapito toteutetaan kaivannosta pumppaamalla ja ojittamalla.

#### **2.3.3.5 Räjätys- ja louhintatyöt**

- .1 Räjätys- ja louhintatöissä noudatetaan RMYTL:n osaa 6, Kalliorakennustyöt /4/ ja Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla /10/.
- .3 Radan läheisyydessä tehtäville räjäytystöille on oltava radan kunnossapitäjän lupa.

### **2.4 Täytöt**

#### **2.4.1 Soveltamisalue**

- .2 Lisäksi sillan siirrosta rautatieympäristössä tyypillinen täyttö on maanvaraisesti perustetun siirtoradan alapuolelle tehtävä täyttö.

#### **2.4.2 Tekninen työsuunnitelma**

- .1 Kaikista maanvaraisten perustusten alle tai siirtorataa varten tehtävistä täytöistä sekä kaikista raidevarausten aikana tehtävistä täytöistä tulee tehdä kohdan 2.1.3.2 mukainen tekninen työsuunnitelma.

#### **2.4.3 Täyttöjen laatuvaatimukset**

##### **2.4.3.1 Täyttö perustusten alla**

- .3 Louheen maksimirakko saa olla enintään 300 mm. Louhetäytön ylin kerros kiilataan ja tiivistetään noudattaen RMYTL:n osaa 3 (Perustamis- ja vahvistamistyöt) ja osaa 5 (Maaleikkaus- ja pengerrystyöt) /4/.
- .7 Pohjamaan ollessa häiriintymisherkkää savea, silttiä tai silttimoreenia alimman kerroksen tiivistämisessä on vältettävä pohjan häiriintymistä. Häiriintymisen estämiseksi perustus kaivetaan 200 mm ylisyväksi ja pohjalle asennetaan suodatinkangas ja 200 mm mursketta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vähintään 50 mm:n alusbetonikerrosta.
- .101 Maanvaraisen siirtoradan alla ylin 50 mm:n kerros tehdään kivettömästä hiekasta. Siirtoradan täytön yläpinnan sallittu epätasaisuus on  $\pm 10$  mm.



Siirtoradan yläpinta tasataan laudalla hiertäen oikeaan tasoon.

#### 2.4.3.2 Sillan peruskuopan ja taustan täyttö

- .1 Sillan peruskuopan ja sillan taustan täyttö tehdään radan rakennekerrosten alapuolisella osalla tai mahdollisten maanvaraisten telineperustusten kohdalla jakavan kerroksen vaatimukset täyttävästä sorasta, murskeesta tai louheesta ( $< \#300$  mm) kerroksittain tiivistäen kuten perustusten alle tehtävä routimaton täyttö.

Siirrettävän siltakannen taustatäytöt tasoon puskupalkin alapinta-100 mm tehdään ennen kannen siirtoa.

- .3 Tien päällysrakenteen alapinnalla tarkoitetaan radan alusrakenteen alapintaa.
- .4 Täyttö ei saa vahingoittaa betonipintoja. Sallittu murskeen tai soran rake-  
koko on  $\leq \#64$  mm.
- .101 Sillan taustan kaivannon alimpaan kohtaan tehdään rataa nähden poikittainen salaojitus

Tämä esitetään sillan yleispiirustuksessa.

- .102 Routaeristeiden käyttö esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa. Eriste-  
levynä käytetään polystyreeniä, jonka lämmönjohtavuus on enintään  
0,045 W/km, tiheys suurempi kuin 38 kg/m<sup>3</sup> ja joka on freoniton.

#### 2.4.4 Täyttöjen kelpoisuuden osoittaminen

- .101 Raidevarausten aikana tehtävien täyttöjen laadunvalvonta tehdään työtapa-  
tarkkailuna, jonka on perustuttava RMYTL:n /4/ yleisiin työohjeisiin tai  
ennakkokokokeisiin. Muulloin noudatetaan SYL 2:n ohjeita.

##### 2.4.101 Sillan päiden siirtymärakenteet

- .1 Rautatiesillan päissä pengeri muotoillaan siten, että sillan siipimuurin  
päästä 10 m:n matkalla pengeri-  
leveys on 4,0 m reunimmaisen raiteen keski-  
linjasta, minkä jälkeen pengeri-  
leveys kapenee normaalin radan poikki-  
leikkauksen mukaiseksi seuraavan 5 m:n matkalla.
- .2 Siirtymäkiilan tarve esitetään suunnitelmissa.

## 2.7 Maapohjan vahvistukset

- .1 Sillan perustusten tai tulopenkereiden kohdalla tehtävien vahvistustöiden yleisinä laatuvaatimuksina käytetään RMYTL:n osaa 3, Perustamis- ja vahvistamistyöt /4/.
- .2 Tällaisia pohjavahvistuksia ovat mm. pengerpaalutus, pystyjoitus, pudotustiivistys, syvästabilointi, lujitteet ja telat, luiskapaalutus, massanvaihto ja pengerkevennykset. Työt tehdään noudattaen RMYTL:n osaa 3 (Perustamis- ja vahvistamistyöt) ja osaa 5 (Maaleikkaus- ja pengerrystyöt) /4/.

## 2.8 Lyöntipaalutukset

### 2.8.1 Soveltamisalue

- .2 Rautatieympäristössä noudatetaan myös RMYTL:n osaa 3.

### 2.8.4 Lyöntipaalutustyön tekninen työsuunnitelma

- .2 Teknisen työsuunnitelman tulee sisältää SYL-R:n kohdassa 2.1.3.2 sekä SYL:n kohdassa 2.8.4.2 mainittujen asioiden lisäksi turvallisuussuunnitelma. Paalutuskoneeseen asennettavan melusuojausrakenteen tarve esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa.

### 2.8.5 Lyöntipaalutustyön laatuvaatimukset

- .101 Rautatieympäristön erityispiirteet:  
  
Paalulaattaelementtejä käytettäessä paalun sijainti ja kaltevuus on mitattava ennen kuin paalun pään lyöntiä jatketaan radan korkeusviivan alapuolelle. Tämän perusteella lasketaan paalun sijainti katkaisutasossa.
- .102 Loppulyöntivaatimukset tai kantavuusvaatimus esitetään paalutussuunnitelmassa.
- .103 Liikennöidyllä raiteella paalujen katkaisu suoritetaan kahdessa vaiheessa; ensimmäinen katkaisu paalujen hyväksymisen jälkeen tehdään ratapölkkyjen ja raiteen tuennan alueella tasoon kv-0,50 m ja toinen katkaisu tehdään lopulliseen katkaisutasoon. Katkaisu korkeusviivan tasolta voidaan tehdä, kun paalun kyljen etäisyys raiteen keskilinjasta on  $\geq 1,5$  m.

## 2.9 Suurpaalutukset

### 2.9.1 Soveltamisalue

- .2 Lisäksi rautatiesilloissa käytetään suuriläpimittaisia porapaaluja.
- .3 Suurpaalutöissä noudatetaan myös ohjeita Siltapaalujen laadunvarmistus iskuaaltomittauksella /11/, Teräsputkipaalut rautatiesilloissa /12/ sekä porapaalutuksessa Tiehallinnon porapaalutusohjetta /13/.

### 2.9.4 Suurpaalutustyön tekninen työsuunnitelma

- .1 Paalutustyön tekninen työsuunnitelma luovutetaan tilaajan edustajalle vähintään yksi viikko ennen paalutustyön aloittamista.
- .101 Paalutuskoneesta on esitettävä mittaustulos lyöntitehosta vastaavissa olosuhteissa.
- .102 Teknisen työsuunnitelman tulee sisältää SPO-2001 /14/ kohdan 8.1 mainitun lisäksi mm.:
  - turvallisuussuunnitelma (ks. liite 1 SYL 2-R L1)
  - jännitekatkojen ja raidevarausten mukainen lyöntiaikataulu
  - maa- ja ilmakaapeleiden ja -johtimien siirrot
  - paalutuskaluston määrä ja sijoittelu/liikkuminen työn aikana
  - paalutuskoneen vaatima työtila, puomin kaltevuudet sekä koneen sijoittuminen raiteeseen ja paalutustyötä rajoittaviin rata- ja sähköistysrakenteisiin nähden
  - hitsaussuunnitelma
  - varautuminen paalun tunkeutumista helpottaviin toimenpiteisiin
  - seurannat ja mahdolliset toimenpiteet paalutustyön aikana; mm. radan painumat, nousut ja siirtymät, joiden sallitut raja-arvot on esitetty RAMOn /1/ osassa 15 Radan kunnossapito
  - paalujen sijainti-, kaltevuus- ja vinoustoleranssit, jotka on otettu huomioon jo paalujen rakennesuunnittelussa
  - toimenpiteet ympäristövaikutusten huomioon ottamiseksi; mm. melu- ja värinähaitat; paalutuskoneeseen asennettavan melusuojausrakenteen tarve esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa.

### 2.9.5 Suurpaalutustyön laatuvaatimukset

- .101 Teräsputkipaalujen paalutustyössä noudatetaan työkohtaista työselitystä ja paalutustyösuunnitelman lisäksi ohjeita Teräsputkipaalut rautatiesilloissa /12/ ja Teräsputkipaalut /15/ seuraavin täsmennyksin:



Paalupituudessa on otettava huomioon PDA-mittausten vaatima lisämitta  $2 \cdot D$ .

Paalujen arvioitu tunkeutumistaso/-vyöhyke esitetään pohjatutkimusleikkauksessa.

Ennen paalutustyöhön ryhtymistä urakoitsijan tulee tarkastaa suunnitelmat vastaamaan raiteen todellista sijaintia olemassa olevalle raiteelle rakennettaessa.

PDA-mittausten jälkeen on varmistettava, etteivät paalut nouse loppulyöntien jälkeen.

Pitkien paalujen ollessa kyseessä on mahdollista, että paalutustyön yhteydessä esiintyy maaperän ominaisuuksista ja veden nosteesta johtuvaa paalun lyötävyyttä haittaavaa 'pumppaamista', mikä ilmenee suurena joustona. Tätä ilmiötä ja samalla paalun nousua voidaan ehkäistä käyttämällä putkessa vesipainotusta tai muuta urakoitsijan esittämää ja rakennuttajan hyväksymää menettelyä.

- .102 Liikennöidyllä raiteella paalujen katkaisu suoritetaan kahdessa vaiheessa; ensimmäinen katkaisu paalujen hyväksymisen jälkeen tehdään rata-pölkkyjen ja raiteen tuennan alueella tasoon kv-0,50 m ja toinen katkaisu tehdään lopulliseen katkaisutasoon. Katkaisu korkeusviivan tasolta voidaan tehdä, kun paalun kyljen etäisyys raiteen keskilinjasta on  $\geq 1,5$  m.

Teräsputki-paalujen yläpäät suljetaan veden- ja sepelinpitäväksi katkaisun jälkeen.

### 2.9.6 Suurpaalutustyön kelpoisuuden osoittaminen

#### Kaivinpaalut

- .101 Kallioon perustettavan kaivinpaalun alapää meislataan aina vaakasuoraksi. Pohjan tasaisuus ja puhtaus tarkistetaan koetintangoilla.
- .102 Kaivinpaalujen betonivalun kelpoisuus on osoitettava joka paalusta tarkastusputkien kautta tehtävällä ultraäänimittauksella. Tarkastusputkia tulee olla kolme putkea/paalu.
- .103 Kallionvaraisen kaivinpaalun alapään kalliokontaktin kelpoisuus osoitetaan tarkastusputkien kautta tehtävällä tarkastusporauksella. Tarkastusputken alapää jätetään 0,5 m paalun alapään yläpuolelle.



- .104 Jos kaivinpaalun alapäässä havaitaan tarkastusporauksessa maa-ainesta, paalun kalliokontaktia parannetaan injektoinnilla SPO 2001 /14/ kohdan 8.3.2.5 mukaisesti. Urakoitsijan on laadittava korjaussuunnitelma paalun alapään ja paalun varren työvirheiden korjaavista toimenpiteistä rakennuttajan tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi. Lopuksi tarkastusputket täytetään sementtilaastilla (w/c ~0,5) vedenalaisen betonoinnin työohjeita noudattaen. Tarkastusputkeen ei saa jäädä vettä, joka jäätyessään aiheuttaisi paalun pystyhalkeamia.

#### Teräsputki-paalut

- .105 PDA-mittaus tehdään kaikille putkipaaluille, jos sillan kansilohkoa kohden on yhdellä tuella yhtä raidetta kohti enintään kaksi paalua. Muutoin mitataan puolet paaluista ja vähintään kaksi paalua tukea tai perustusta kohti. Koekuormitettavien paalujen lukumäärää lisätään, jos pohjasuhteet ovat erityisen vaikeat tai paalutuksessa havaitaan tavallisuudesta poikkeavia seikkoja. Mahdolliset kantavuusmittausten jatkoanalyysit tehdään suunnitelman mukaan.
- .106 Paalun lopullisen katkaisun jälkeen yläpään betonilaatu on tarkastettava. Tarvittaessa heikkolujuksinen betoni piikataan pois.

#### Porapaalut

- .107 Porapaalun pohjan on oltava puhdistettu ja kuiva ennen valua.

Jos paalun pohjalle vuotaa kalliosta vettä, valetaan pohjalle betonitulppa vedenalaisena valuna. Tämän jälkeen vesi pumpataan pois, paalu raudoitetaan ja valetaan.

Paalu voidaan myös valaa contractor-valuna.

- .108 Kallion ehjyys on varmistettava ennakkoon kolme metriä paalun alapään alapuolelle tehtävillä porakonekairauksilla.
- .109 Paalun lopullisen katkaisun jälkeen yläpään betonilaatu on tarkastettava. Tarvittaessa heikkolujuksinen betoni piikataan pois.

### 3 BETONIRAKENTEET, RAUTATIESILLAT

#### 3.1 Yleistä

##### 3.1.1 Soveltaminen

- .1 Näitä rautatiesiltojen rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia käytetään rakennettaessa paikallavalettuja betonirakenteita sekä betonielementtejä.

Tiesiltojen ja tiesiltamaisten betonirakenteiden Tiehallinnon tyyppi-hyväksyntä tai SYL 3:ssa mainittu hyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 3:ssa mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

- .2 Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin betonirakenteiden laatuvaatimuksiin (SYL 3, Betonirakenteet, Tiehallinto 2002), ohjeisiin ja työmenetelmiin. Tässä ohjeessa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan sillanrakennussuunnitelmaa sekä Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1-7). Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL:n vastaavat kohdat.

##### 3.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Betonirakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 3-R.

#### 3.2 Rakenneosakohtaiset vaatimukset ja ohjeet

##### 3.2.1 Peruslaatat ja pengerlaatat

###### 3.2.1.1 Sijainti

- .101 Vesioikeuden luvan mukaisia vaatimuksia tulee ehdottomasti noudattaa

###### 3.2.1.5 Pinnat

- .2 Urakoitsijan on esitettävä korjaustavoista ja -materiaaleista korjaussuunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi
- .10 Pengerlaatoissa suurin sallittu halkeamakoko on 0,2 mm.

### 3.2.2 Pääty- ja välituet

#### 3.2.2.5 Pinnat

- .101 Sileiden muottimateriaalien (teräsmuotti, vaneri tai vastaava) käyttö näkyviin jäävissä betonipinnoissa esitetään suunnitelmissa. Sileitä muottimateriaaleja käytettäessä urakoitsijan on esitettävä tekninen työsuunnitelma, josta käy ilmi muottisaumojen sijoittelu ja viimeistely. Saumojen sidekohtien tulee olla siistejä ja niiden on sijaittava linjakkaasti.
- .102 Urakoitsijan on esitettävä korjaustavoista ja -materiaaleista tekninen työsuunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.
- .103 Mahdolliset betonipintojen valuvirheet korjataan SILKO-hyväksytyillä /3/ valumattomilla paikkauslaasteilla, joiden värisävy on oltava näkyviin jäävissä pinnoissa mahdollisimman lähellä betonin väriä.

### 3.2.3 Päälysrakenne

#### 3.2.3.4 Pinnat

- .101 Sileiden muottimateriaalien (teräsmuotti, vaneri tai vastaava) käyttö näkyviin jäävissä betonipinnoissa esitetään suunnitelmissa. Sileitä muottimateriaaleja käytettäessä urakoitsijan on esitettävä tekninen työsuunnitelma, josta käy ilmi muottisaumojen sijoittelu ja viimeistely. Saumojen sidekohtien tulee olla siistejä ja niiden on sijaittava linjakkaasti.
- .102 Mahdolliset betonipintojen valuvirheet korjataan SILKO-hyväksytyillä /3/ valumattomilla paikkauslaasteilla, joiden värisävy on oltava näkyviin jäävissä pinnoissa mahdollisimman lähellä betonin väriä.

### 3.2.7 Maanvastaisen betonipinnan kosteuseristys

#### 3.2.7.1 Yleistä

- .1 Siltarakenteiden maanvastaiset betonipinnat korjataan ja kosteuseristetään, jos maanvastaisen betonipinnan laatu luokka ei täytä sille asetettua vaatimusta. Siltarakenteiden maanvastaiset betonipinnat kosteuseristetään myös, jos betonirakenteen näkyviin jäävät pinnat pinnoitetaan tai laatoitetaan tai niihin varaudutaan.



- .101 Kun betonirakenteiden julkisivu maalataan, pinnoitetaan tai laatoitetaan, rakenteen takapintaan on tehtävä kosteuseristys. Jos edellä mainittu rakenne on halkeilualtis, tehdään betonin maanvastaiselle pinnalle vesieristys.
- .102 Julkisivuilta pinnoitettavissa tai laatoitettavissa rakenteissa ennen kosteuseristyksen tekoa on alumiinisten muottisiteiden molemmat päät katkaistava vähintään 20 mm:n syvyydeltä betonipinnasta ja paikattava SILKO-hyväksytyllä /3/ valumattomalla paikkauslaastilla.

### 3.3 Materiaalit

#### 3.3.1 Betoni

##### 3.3.1.1 Osa-aineet

- .101 Jos betonissa käytetään kahta tai useampaa lisäainetta, betonin valmistajan on etukäteen ennakkokokeet ja varmistettava niiden yhteensopivuus ja kokonaisvaikutus.
- .102 Talviolosuhteissa lignosulfaattipohjaisen notkisteen käytölle lisäaineena tulee saada RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväksyntä.
- .103 Betonointisuunnitelman tekoa varten on pyrittävä selvittämään betonimassan jälkitärytysajankohta kulloinkin käytettävillä lisäaineilla.

##### 3.3.1.5 Kelpoisuuden osoittaminen

- .3 Kun betoni on P-lukubetonia ja betonimassasta tehdään koekappaleet puristuslujuuden määrittämiseksi, otetaan rakennuspaikalla koekappaleita vähintään puolet arvosteluerän koekappaleista.

##### 3.3.1.6 Dokumentointi

- .3 Valmisbetonilaitoksen laadunvalvontakokeiden tulokset liitetään sillan laaturaporttiin betonin kelpoisuussuunnitelman edellyttämällä tavalla. Muut valmisbetonilaitoksen betonin valmistusta koskevat muistiinpanot säilytetään rakennuttajan mahdollisia tarkastuksia varten vähintään 10 vuotta.

#### 3.3.10 Muut teräsosat

- .4 Lisäksi betonivalun sisään jäävien kuumasinkittyjen teräsosien sinkityksen tulee olla vähintään 6 viikkoa vanhaa.

### 3.4 Työn suoritus

#### 3.4.2 Telineet ja muotit

##### 3.4.2.2 Muotti ja teline

- .101 Alumiinisten suojaputkien käyttö betonivalun sisällä on kielletty betoni-valun halkeiluriskin vuoksi.

##### 3.4.2.3 Telineiden ja muottien purkaminen

- .101 Muotteja kastellaan tarvittaessa vesijälkihoitovaatimusten edellyttämään tasoon. Jos muotit puretaan aikaisemmin kuin jälkihoitoaika täyttyy, betonipinnoille on levitettävä jälkihoitoainetta muottien purun jälkeen. Muottien poisto ei saa huonontaa betonipinnalle vaadittua jälkihoitoa eikä aiheuttaa betonin säilyvyyttä heikentävää halkeilua.
- .102 Siltakansia jännittäessä ulokkeena toimivien kannen osien, kuten siipien ja puskupalkkien telineet tulee purkaa ennen jännittämistyötä, jotta niiden muodonmuutokset pääsevät vapaasti tapahtumaan.

#### 3.4.4 Betonityöt

##### 3.4.4.4 Betonointi

- .1 Betonointityössä on lisäksi huomioitava seuraavaa:

Putkipaalujen yläpäiden jälkitärytys tehdään 1,5 m:n matkalla. Ennen jälkitärytystä täytyy betonin pinnalta poistaa erottunut huonolaatuinen massa.

Betonimassan vesimäärää vähennetään käyttäen notkistetta kaikissa liittyvien rakenteiden jälkimmäisissä betonivaluissa. Halkeilun minimoimiseksi liittyvissä rakenteissa vanhan ja uuden rakenneosan lämpötilaero pidetään mahdollisimman pienenä lämmittämällä ja lämpöeristämällä vanhempaa osaa. Lämpötilaerovaatimus on esitetty SYL-R:n kohdassa 3.4.5.1.

##### 3.4.4.5 Työsaumojen tekeminen ja käsittely

- .101 Työsauman vesitiiveyttä parantavat toimenpiteet esitetään siltasuunnitelmissa:

Työsaumojen vesitiiveyttä voidaan parantaa mm. työsaumaan asennettavan injektointiletkun/injektoinnin, paisuvan saumanauhan

ja työsauman maanvastaiselle puolelle asennettavan, kosteuden johdosta paisuvan tiivistysmaton avulla.

#### 3.4.4.6 Betonipintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus

- .101 Massiivisissa betonirakenteissa aurinkoisissa tai tuulisissa olosuhteissa levitetään hyväksytty varhaisjälkihoitoaine (ei vahapohjainen) jälkitärytetylle betonipinnalle estämään valupinnan liian nopeaa kuivumista ja antamaan betonipinnalle hidastusvaikutusta ja vähentämään betonin plastisen painuman aiheuttamaa halkeilua odoteltaessa betonin jälkihiertoajankohtaa. Varhaisjälkihoitoaine saa sekoittua betonin pintamassaan jälkihierron aikana. Jälkihierron jälkeen tehdään normaalit jälkihoitotoimenpiteet.

Jos vesieristyksen päälle tulee asfalttipäällyste ilman suojabetonia, betonipinnan suihkupuhdistuksen lisäksi on tehtävä jälkihierron jälkeen levitetyn varsinaisen jälkihoitoaineen jäämien testaus VTT:n testausohjeen "Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta, VTT TEST 375-93" /17/ mukaan.

Jälkihoito-ohjeet on annettu VTT:n julkaisemassa ohjeessa "Jälkihoitopas 1995" /18/.

- .102 Julkisivilta pinnoitettavissa tai laatoitettavissa rakenteissa on ennen maanvastaisen betonipinnan kosteuseristystä alumiinisten muottisiteiden molemmat päät katkaistava vähintään 20 mm:n syvyydeltä ja paikattava SILKO- hyväksytyllä /3/ valumattomalla paikkauslaastilla. Jos julkisivuja ei pinnoiteta tai laatoiteta eikä varauduta pinnoittamaan, alumiinisten muottisiteiden päihin ei tehdä piikkaussyvennyksiä ja laastipaikkauksia. Teräksisten muottisiteiden päitä ei saa jättää missään betonipinnassa ilman suojaavia laastipaikkauksia.
- .103 Tilaajan valvoja antaa betonoinnin aloitus- ja lopetusluvat.

### 3.4.5 Massiivisten rakenteiden betonointi

#### 3.4.5.1 Suunnitelma

- .4 SYL:n kohdan 3.4.5.1.4 toimenpiteillä rajoitetaan betonin lujuuskehityksen varhaisvaiheen lämpötilaerojen aiheuttamaa halkeiluriskiä. Suurin sallittu lämpötilaero riippuu valujankohdan ulkolämpötilasta. Ellei suunnitelmas- sa ole muuta mainittu, kesäolosuhteissa ( $t \geq 0^\circ\text{C}$ ), suurin sallittu lämpötilaero on  $15^\circ\text{C}$ . Muulloin suurin sallittu lämpötilaero on  $20^\circ\text{C}$ . Kyseisen vaatimuksen toteuttamisesta, lämpöeristein ja lämpövastuslangoiin,



urakoitsijan on laadittava suunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation hyväksyttäväksi.

- .101 Betonin varhaishalkeilun välttämisen yhteydessä on samanaikaisesti tehtävä toimenpiteet betonin pitkäaikaishalkeilun välttämiseksi. Myöhemmin valettava betonirakenne on suhteitettava mahdollisimman vähän kutistuvaksi.

#### 3.4.5.2 Laadunvalvonta

- .2 Lisäksi:

Liittyvien rakenteiden lämpötilan mittauspisteet sijoitetaan sekä betonipinnalle että betonin sisään molempiin rakenteisiin, uuteen rakenteeseen 250 mm:n etäisyydelle vaakasauman yläpuolelle ja vanhaan rakenteeseen 250 mm pystyseinästä sivusuuntaan.

#### 3.4.6 Betonointi kylmällä säällä

- .101 Jos kylmissä olosuhteissa käytetään pakkasessa kovettuvia erikoislaasteja ja kyseiseen valuun asennetaan kuumasinkittyä teräsosia, on varmistettava, etteivät erikoislaastin lisäaineet tuhoa kuumasinkitystä tai paisuta varauskoloa sitä rikkovasti.

#### 3.4.7 Vedenalainen betonointi

##### 3.4.7.3 Suunnitelma (Menettely A)

- .2 Esitettyjen asioiden lisäksi betonia suhteitettaessa ja betonisuunnitelmaa laadittaessa otetaan huomioon myös seuraavaa:
- Vedenalaisissa betonoinneissa ei tavallisesti käytetä vibrausta. Jos ahtaassa betonoinnissa käytetään vibrausta, tiivistyssauva ei saa olla toiminnassa laitetta laskettaessa valuun ja sitä ylösnostettaessa.

#### 3.4.8 Ruiskubetonointi

##### 3.4.8.1 Suunnitelma

- .1 Suunnitelman käytössä voidaan käyttää apuna ohjeita:
- by 29 Ruiskubetoniohjeet (kalliorakenteet) /19/
  - RMYTL 6 (kalliorakenteet) /4/
  - SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla (betonirakenteet) /3/
  - SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (betonirakenteet) /3/.



### 3.4.8.2 Kalusto

- .101 Märkämenetelmää käytetään ensisijaisesti kalliota vasten tehtävissä ruisku-betonoinneissa. Kuivamenetelmää käytetään ensisijaisesti betonialustalle tehtävissä ruiskubetonoinneissa.

### 3.4.101 Betonipintojen impregnointi, pinnoitus tai laatoitus

- .1 Noudatetaan seuraavia ohjeita /3/:
- SILKO 1.251 Betonin suojaaminen
  - SILKO 2.253 Betonin pinnoitus
  - SILKO 3.252 Impregnointi ja tiivistysaineet
  - SILKO 3.253 Pinnoitusaineet.
- .2 Uusien betonirakenteiden ohjeelliset pinnoitustyytit on esitetty liitteessä SYL 3-R L1.
- .3 Suolarasitukselle alttiit betonipinnat, joissa ei ole metalliverhoiluja, on käsiteltävä hyväksytyllä impregnointiaineella tai pinnoituksella. Impregnointiaintetyyppi valitaan SILKO-ohjeesta /3/ vastaamaan kohteen rasitusluokkaa.
- .4 Töherrysalttiit, pinnoittamattomat, laatoittamattomat, huokoiset pintamateriaalit ja suojaamattomat betonirakenteet on suojattava uhrautuvilla ilkisuoja-aineilla. Liuotinpuhdistusta kestäville polymeeripinnoitteilla, laatoituksilla tai verhoiluilla helpotetaan betonirakenteiden puhtaanapitoa ja parannetaan rakenteiden ulkonäköä taajama-alueilla.
- .5 Kun laatoitusalue on alttiina töherryksille, laatoituksien saumat on suojattava värittömällä, hengittävällä, uhrautuvilla tai puhdistusliuottimia kestäville suoja-aineilla. Jos siltarakenne ei ole töherryksille alttiina tai töherrysetäisyys >2,5 m, pinnoitus voidaan tehdä sementtipohjaisella pinnoitteella tai polymeeripinnoitteilla, joilta ei vaadita hyvää puhdistettavuutta.
- .6 Kaukalopalkkisillan reunapalkin pinnoituksessa sovelletaan liitettä 2 SYL 3-R L1.
- .7 Betonipinnoituksen vesihöyryn vastus saa olla by 41:n /20/ mukaisesti korkeintaan 4 m, testausmenetelmällä DIN 51 615, NT BUILD määritettynä.
- .8 Pinnoitteen hiilidioksidin diffuusiovastuksen on oltava vähintään 50 m.

- .9 Betonirakenteiden sateelle alttiilla pystypinnoilla polymeeripinnoitetut betonipinnat ylitasoitetaan polymeeripitoisella hienolaastilla betonirakenteen säilyvyyden, ulkonäön ja puhdistettavuuden parantamiseksi. Hienolaastin paksuus riippuu runkobetonin epätasaisuudesta ja valitusta hienolaastin pintastruktuurista. Minimi hienolaastipaksuus on keskimäärin 2 mm (2 x 1 mm).
- .10 Jos siltakannen alapinnalla ei ole suihkupuhdistuksen jälkeen merkittävää määrää ilmarakkuloita, voidaan ylitasoituslaasti jättää pois.
- .11 Tasoituslaastin tartuntalujuus alustaan ja pinnoitteen tartuntalujuus tasoituslaastiin on oltava vähintään  $1,5 \text{ N/mm}^2$  uusissa betonirakenteissa. Vanhojen betonirakenteiden osalta vaadittavat tartuntavetolujuudet määritellään tapauskohtaisesti.
- .12 Betonirakenteiden kunnossapitäjälle on laadittava toteutetun pinnoitteen tai laatoituksen edellyttämä hoito-ohje töherrysten poistamiseksi tai pinnoitteen muita korjaustoimenpiteitä varten.

## 4 TERÄSRAKENTEET, RAUTATIESILLAT

### 4.1 Yleistä

Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin teräsrakenteiden laatuvaatimuksiin, SYL 4, Teräsrakenteet, Tiehallinto 2002. Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL 4:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL 4:n vastaavat kohdat.

Tässä asiakirjassa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan siltakohtaisia laatuvaatimuksia, Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1) ja Tiehallinnon SYL 4:n laatuvaatimuksia siltä osin, kun niitä ei ole kumottu tai täsmennetty tässä ohjeessa.

Tiehallinnon teräsrakenteita koskevat hyväksynyt SYL 4:ssä tai sen viiteohjeissa riittävät hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen tai siltamaisten rakenteiden osalta. SYL 4:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

#### 4.1.1 Soveltamisalue

- .1 Tätä ohjetta, SYL 4-R liiteohjeineen, käytetään rakennettaessa ja pintakäsittelyssä teräksisiä rautatiesiltoja, laiturikatosrakenteita, nostureita ja niihin verrattavia rakenteita. Niiden siltojen osalta, joita rautatieliikenne ei kuormita, noudatetaan Tiehallinnon ohjetta SYL 4, jota noudatetaan soveltuvin osin myös tehtäessä rakenteita muusta metallista kuin teräksestä.

#### 4.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Teräsrakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 4-R.

### 4.2 Aineet ja tarvikkeet

#### 4.2.5 Muut aineet ja tarvikkeet

- .101 Teräsrakenteeseen liitetään maadoitussuunnitelmien mukaiset maadoituskorvakkeet hitsiliitoksilla.



## 4.3 Rakenneosat

### 4.3.3 Hitsausliitokset

#### 4.3.3.1 Hitsien laatuvaatimukset

- .101 Rautatiesillat ovat väsytytkuormitettuja rakenteita. Kaikilta junakuorman kuormittamilta liitoksilta vaaditaan jouhevaa liittymistä perusaineeseen. Tarvittaessa hitsin ja perusaineen liittymistä voidaan parantaa hiomalla.
- .102 B-luokan hitsit on aina hiottava, jotta niihin ei jää reunahaavaa. Hiontasyvyys ei saa olla suurempi kuin 10 % levyn paksuudesta. Pienahitsin korkea kupu on väsymisen kannalta haitallinen, kovera kuvun muoto on väsymisen kannalta edullisempi.

#### 4.3.3.2 Hitsaussuunnitelma

- .4 SYL:n kohdan 4.3.3.2 kuvan 8 mukainen notsikolo pienentää hitsien toimivaa pituutta paljon varsinkin poikkikannatinrakenteissa. Rautatiesilloissa notsikolot tulee muotoilla siten, että ne ovat hitsattavissa.
- .101 Hitsaussuunnitelmassa esitetään kustakin liitoksesta liitoskohtainen hitsausohje (WPS, SFS-EN 288-2 /21/). Hitsausohjeen laadinta tulee perustua menetelmäkokeisiin.

#### 4.3.3.9 Kelpoisuuden osoittaminen, dokumentointi ja raportointi

- .3 Tarkastusten laajuuksista lisäksi:  
  
Teräksisillä kaukalosiltojen pohjalevy tehdään leveytensä vuoksi vähintään kahdesta levystä. Levyt liitetään toisiinsa esim. läpihitsatulla K-hitsillä. Tämä hitsi hiotaan perusaineen tasoon ja liitos tarkistetaan sekä ultraääni- (UT) että magneettijauhetautarkastuksella (MT).
- .5 Silmämääräinen tarkastus (SFS-EN 970, /22/) tehdään kaikille hitseille heti hitsauksen jälkeen. Tarkastukseen osallistuvat hitsaajat, työnjohtaja sekä tarkastaja. Tarkastuksessa tarkastetaan erityisesti reunahaavat, hitsien ja perusaineen liitokset, hitsien sijainti ja muoto, sekä a-mitta. Tarkastuksista tehdään pöytäkirja.

#### 4.3.4 Pulttiliitokset

##### 4.3.4.2 Tarvikkeet

- .101 Ruuvien, mutterien ja aluslaattojen on oltava kuumasinkittyjä.

#### 4.3.5 Kitkaliitokset

##### 4.3.5.5 Liittimien kiristäminen

- .3 Pultin valmistaja ilmoittaa esijännitysvoima- ja kiristysvääntömomenttiarvot sekä kiristämisohteet.
- .4 SYL:n vastaavassa kohdassa kuvattua kulmanmuutosmenetelmää ei sallita.
- .101 Kierteissä käytettävän öljyn pitää olla samaa kuin millä momenttiavain tai kirityskone on kalibroitu. Öljyn tulee olla riittävän luistavaa, jotta kiristysmomentti venyttää ruuvien vartta, eikä väännä ruuvia ja korkkaa ruuvien kierteitä. On myös varmistettava, ettei valmistajien asettama öljy ruuvien kierteistä ole haihtunut varastoinnin aikana.

#### 4.3.7 Kokoonpano

##### 4.3.7.4 Väliaikaiset kiinnitykset

- .101 Väärään paikkaan sijoitetut, kokoonpanossa tarvittavien työnaikaisten tukien kiinnityshitsit voivat pienentää sillan pitkäaikaiskestävyyttä oleellisesti. Työnaikaisten tukien paikat ja niiden hitsien tyypit esitetään valmistussuunnitelmassa ja hyväksytetään suunnittelijalla ennen työhön ryhtymistä. Nämä hitsit poistetaan rakenteesta hiomalla ne perusaineen tasoon.

Hitsien hiominen ei poista rakenteesta hitsin perusaineeseen aiheuttamaa alkusäröä, joka pienentää rakenteen pitkäaikaiskestävyyttä.

#### 4.5 Pintakäsittely

##### 4.5.1 Yleistä

Teräsrakenteiden vuositarkastuksista, puhtaanapidosta, hoidosta ja huoltokorjauksista on esitetty laatuvaatimukset RAMOn osassa 8, Sillat /1/.

## 4.5.2 Pintakäsittelyn työsuunnitelma

### 4.5.2.1 Suunnitelman muoto ja sisältö

- .101 Kreosoottikyllästetyn puurakenteen kanssa kosketuksiin joutuvat teräspinnat on käsiteltävä siten, että pinnoite kestää kyllästysaineen aiheuttaman erikoisrasituksen eikä rajakohtaan jää vaikeasti huollettavaa aluetta. Puukantisen teräsrakenteen (huoltokäytävä tai kevyen liikenteen väylä) pinnoituksen on kestettävä liukkaudenestosuolauksen aiheuttama erikoisrasitus.

### 4.5.2.2 Hyväksyttävät pinnoitteet

- .2 Maalausjärjestelmän tai siinä käytettävien tuotteiden tulee olla Tiehallinnon tai RHK:n hyväksymiä.
- .3 Suositeltavat ja muut hyväksytyt maalausjärjestelmät on esitetty käyttörajoituksineen SYL 4:n liitteessä 2 sekä RHK:n hyväksymät, edellisiä täydentävät maalausjärjestelmät liitteessä SYL 4-R L1.

Järjestelmät määritellään Tiehallinnon numeroilla (esim. TIEL 4.12), vastaavasti RHK 4.xx.

Hyväksytyt maalausjärjestelmät ja niissä käytettävät tuotteet on esitetty SILKO-ohjeessa 3.352 ja sitä täydentävissä Tiehallinnon ja RHK:n kirjeissä tai luetteloissa "Ratahallintokeskuksen hyväksymät aineet ja kemikaalit" /23/.

## 4.5.6 Muut menetelmät

### 4.5.6.101 Rautatiesiltojen tukikerroksen alla olevat pinnat

- .1 Rautatiesiltojen tukikerrokseen rajoittuvat pinnat tehdään kohdan 6.2.4.4 mukaan.

## 4.101 Työ- ja ympäristönsuojelu

Työ- ja ympäristönsuojelussa sekä jätehuollossa noudatetaan myös RHK:n ohjeita, jotka on annettu internetissä osoitteessa [www.rhk.fi/normit.htm](http://www.rhk.fi/normit.htm)

### 4.101.1 Työsuojelu

- .1 Työturvallisuus, juna- ja muu liikenne otetaan huomioon urakkaohjelman, rakennuttajan laatiman turvallisuusasiakirjan, urakoitsijan laatiman työ-



kohtaisen turvallisuussuunnitelman sekä SILKO-ohjeen /3/ 1.111 Työ-  
turvallisuusmääräyksiä noudattaen.

#### 4.101.2 Ympäristönsuojelu

- .1 Ympäristönsuojelussa noudatetaan SILKO-ohjeen /3/ 1.112 Ympäristön-  
suojeluohjeet, määräyksiä sekä siltakohtaisissa suunnitelmissa esitettyjä  
haitallisten aineiden näytteenotto-, jätteiden talteenotto- sekä suojaus-  
toimenpidevaatimuksia ympäristöviranomaisten määräyksien mukaisesti.

## 5 PUURAKENTEET, RAUTATIESILLAT

### 5.1 Yleistä

#### 5.1.1 Soveltaminen

- .1 Näitä rautatiesiltojen rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia käytetään rakennettaessa puurakenteisia siltoja ja siltakansia. Tätä ohjetta voidaan noudattaa myös rakennettaessa puurakenteisia tasoristeyksiä ja muita rataan liittyviä rakenteita.

Tiesiltojen ja tiesiltamaisten puurakenteiden Tiehallinnon tyyppihyväksyntä tai SYL 5:ssä mainittu hyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 5:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

- .101 Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin puurakenteiden laatuvaatimuksiin, SYL 5, Puurakenteet, Tiehallinto 2002, ohjeisiin ja työmenetelmiin. Tässä ohjeessa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan sillanrakennussuunnitelmaa sekä Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1-7). Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL:n vastaavat kohdat.

#### 5.1.3 Lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Puurakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 5-R.

### 5.3 Puurakennetyöt

#### 5.3.3 Syrjälankkukansi

- .101 Junaliikenteen ja radan sähköistyksen vuoksi ylikäytävien naulattujen puukansien on oltava vesitiiviitä.

Naulatusta kannesta tulee tiivis, jos puutavara on naulaushetkellä ilmakuiva (kosteusluokka 2, RakMK B10 Puurakenteet /24/). Puutavaran ollessa kosteampaa tulee kansilankkujen välille rakoja ja kuormituksen rasituksesta naulat katkeavat helposti.

#### **5.3.4 Liimapuinen elementtikansi**

- .5 Rautatien ylittävissä silloissa suositellaan ensisijaisesti käytettävän liimapuurakenteista elementtikantta sen vesitiiveyden ja kulutuskestävyyden takia.

#### **5.3.6 Jätepuutavaran hävittäminen**

- .1 Suolakyllästetty puutavara pitää käsitellä voimassaolevien säästöjen mukaisesti.



## 6 KANNEN PINTARAKENTEET, RAUTATIESILLAT

### 6.1 Yleistä

#### 6.1.1 Soveltamisalue

- .1 Tätä osaa noudatetaan rautatiesiltojen pintarakennetöissä. RHK noudattaa soveltuvien osien Tiehallinnon ohjeita käyttäen sen hyväksymiä materiaaleja ja hyväksytyjä eristysurakoitsijoita.
- .2 Tässä ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin pintarakenteiden laatuvaatimuksiin, ohjeisiin ja työmenetelmiin, SYL 6, Kannen pintarakenteet ja SVO, Sillanrakentamisen valvontaohje /25/. Rautatiesilloilla vesieristys ja sen suojarakenteet eivät ole tiesuolujen rasitusten alaisia, eikä rautatiesiltakansilla esiinny vesieristyksen kuplimisongelmaa ja vesieristeen irtoamista alustastaan.
- .101 Asfalttipäällysteisten laiturisiltojen ja RHK:n omistamien ylikulkusiltojen ja ylikäytäväsiltojen kansien pintarakennetöissä noudatetaan Tiehallinnon ohjetta.
- .102 Suolarasittamattoman asfalttipäällysteisen laiturisillan vesieristys ja suojabetoni tehdään yksinkertaisella kumibitumikermieristyksellä (käyttöluokka 3) tai vastaavalla vesieristyksellä. Suolarasitettujen laiturisiltojen vesieristys ja suojabetoni tehdään kaksinkertaisella kumibitumikermieristyksellä (käyttöluokka 2) tai vastaavalla eristyksellä.

#### 6.1.2 Käsitteet ja lyhenteet

- .101 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Kannen pintarakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 6-R.

### 6.2 Vedeneristys

#### 6.2.3 Betonikannen eristys

##### 6.2.3.1 Yleistä

- .101 Rautatiesillan siltakannen vesieristyskäyttöön käytetään yksinkertaista kumibitumieristyskermiä, käyttöluokka 3. Kermin on täytettävä lisäksi SYL 6 liitteessä 5 esittämän tuoteluokan TL 1 mukaiset pintakermin vaatimukset. Kermi voi olla joko liimattavaa tai hitsattavaa tyyppiä.

- .102 Pengerlaatan yläpinnan ollessa ylempänä kuin radan korkeusviiva-1,0 m pengerlaatan yläpintaan tehdään SYL-R kohdan 6.2.3.1.2 mukainen 1-kertainen vesieristys ilman suojabetonia.

#### 6.2.3.2 Eristysalustalle asetettavat vaatimukset

- .2 Lisäksi eristysalustan kolojen paikkaus voidaan tehdä SILKO-hyväksytyllä (SILKO 3.231) paikkaus- tai juotoslaasteilla SILKO 2.231 paikkausohjeita noudattaen /3/.
- .101 Rautatiesilloilla ei tarvitse tehdä alustan hiekkapuhallusta ellei valupintaan ole jäänyt kannen hiertovaiheessa selvästi havaittavaa yhtenäistä sementti-liimakerrosta tai runsaasti jälkihoitoainejäämiä.
- .102 Liimausalustassa ei saa olla silmin havaittavaa kosteutta ja betonipinnan tulee olla vaalentunut kuivumisen seurauksena. Varsinaisia kosteusmittauksia ei tarvita. Eristystyöt voidaan aloittaa, kun betonipinta on kuivunut kostean jälkihoidon jälkeen yhtäjaksoisesti kaksi viikkoa. Lämpimissä olosuhteissa kuivumisajaksi riittää yksi viikko. Oikea työlämpötila määritetään kastepistemenetelmällä SVO:n /25/ mukaan. Liimausalusta on oltava vähintään 3 °C kastepisteen yläpuolella.

#### 6.2.3.3 Kermieristys

- .2 Vesieristysalustan epoksitiivistystä ei tarvitse tehdä rautatiesilloilla.
- .10 Liimausrullan pitkittäislimitys tehdään pääsääntöisesti kohtisuoraa viettosuuntaa vasten paitsi kaukalopalkkisilloissa, joissa sauman pitkittäislimitys on raiteen suunnassa kaukalon pohjan poikittaiskallistuksen vuoksi.
- .14 Paineentasauskermiä ei käytetä rautatiesilloilla.
- .15 Rautatiesilloilla esieristysalustan kumibitumieristyskermin tartuntavetokokeita ei tarvitse tehdä.
- .101 Suojabetoniton kermieristys

Ratkaisua voidaan käyttää, jos sääolosuhteet suojabetonin tekemiseksi ovat epäedulliset tai työtila on liian ahdas hyvän suojabetonin valutuloksen aikaansaamiseksi. Tämän vaihtoehdon käytölle on aina saatava tapauskohtainen lupa RHK:lta tai sen valtuuttamalta asiantuntijalta. Tippuputkia ei tarvita.

Vesieristys muodostuu seuraavista kermieristyksistä:

- aluskermi, käyttöluokka 2
- pintakermi, käyttöluokka 2
- eristyksen mekaaninen suojaus.

Pintakermiin päälle levitetään mekaaniseksi suojaukseksi pisteliimauksella (#1 m) kiinnitetty käyttöluokan 4 suodatinkangas ja salaojasorakerros, jonka paksuus on 100–150 mm. Siltakannelle on mahdollista raidesepeliä vähintään 550 mm paksu kerros.

Jos sillalla on syöksytorvia, syöksytorven ritilän kohdalle suodatinkankaan alle on asennettava ruostumaton teräsverkko bitumiliimauksella kiinnitettyinä. Verkon on oltava ruostumatonta terästä #10 mm, Ø 0,9 mm, koko 300 x 300 mm<sup>2</sup>. Käytettäessä hiekkakerrosta on syöksytorvien kohdilla oltava ylimääräinen suodatinkangaspala, jonka koko on 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup>.

#### 6.2.3.4 Mastiksieristys

- .101 Mastiksieristystä ei käytetä rautatiesilloilla.

#### 6.2.3.5 Ruiskutettavat ja siveltyvät massaeristykset

- .101 Suojabetoniton polyuretaanielastomeeripinnoite

Kun sillan vesieristys tehdään ruiskuttamalla polyuretaanielastomeeristä, sen paksuuden on oltava sepelirasituksen alaisena vähintään 4 mm. Jos samaa vesieristysmateriaalia jatketaan kaukalopalkkisillan kaukalon pystypinnoille ja kaukalopalkkisillan reunapalkin päälle, riittää niiltä osin vähintään 2 mm:n paksuus. Eristystyöt alustan hiekkapuhalluksineen ja primer-hiekkakäsittelyineen tehdään SYL 6:n mukaisesti. Tartunnan vetokokeita ei tarvitse tehdä. Polyuretaanielastomeerin päälle tulee 100–150 mm paksu salaojasorakerros, jonka päälle käyttöluokan 4 suodatinkangas. Tarvittaessa pinnoitteen ultraviolettisäteilyn kestävyys varmistetaan erillisellä suojamaalilla.

#### 6.2.3.6 Muu eristys

- .101 Kumimattoeristys ja pehmyt asfalttibetoni eristyksen mekaanisena suojana

Tämä pintarakennetarkaisu on tarkoitettu ensisijaisesti korjausrakentamistoimenpiteeksi, kun kannen pintarakenteiden korjaustöihin käytettävissä oleva aika on niin lyhyt, ettei tavanomaista kumibitumikermiratkaisua ja suojabetonia ehditä tehdä.



Kumimaton alustan tasaisuusvaatimukset ovat samat kuin kumibitumimatoilla. Jyrkkäreunaiset epätasaisuudet oikaistaan hionnalla tai nopeasti kovettuvilla SILKO-hyväksytyillä /3/ paikkauslaasteilla tai -massoilla.

Kumimateriaali on EPDM-kumia, butylikumia tai vastaavaa joustavaa materiaalia. Maton paksuus on vähintään 1,25 mm. Maton alapinnassa on kiinteä, huopamainen suojakerros. Huopapinta asennetaan siltakannta vasten. Kumimatto liimataan alustaansa ainoastaan siltakanntan reunalueilta kumibitumilla tai maton toimittajan suosittelemalla liimalla. Kumimaton reunojen tiiveys varmistetaan liimauksen lisäksi mekaanisilla kiinnityslistoilla ja tiivistyspakkelilla. Vanhoissa siltarakenteissa ei tarvita paineentasausputkia höyrynpaineen poistamiseksi kumimaton ja siltakanntan välistä. Kumimatot ovat siltakohteen ja rakentamisaikataulun edellyttämiä määrämittäisiä eristysmattoja. Useimmiten tilataan maton käsittelyn kannalta mahdollisimman suurikokoisia eristysmattoja, jotka liimataan toisiinsa siltapaikalla kumi kumia vasten kuumailmahitsaamalla materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Kumimaton päälle levitetään kuitukangas, käyttöluokka 4. Suodatin-kankaan päälle levitetään varsinaiseksi mekaaniseksi suojaksi noin 50 mm paksu kerros pehmeää asfalttibetonia (PAB) kylmänä materiaalina. Asfalttibetonin maksimiraekoko on 12 mm. PAB:n päälle tulee raidesepeli.

#### **6.2.3.101 Polymeeripitoinen laastipinnoite**

- .1 Halkeamia silloittamaton polymeeripitoinen laastipinnoite soveltuu 1-aukkoisten elementtisiltojen, vaakasuorien teräsbetonisten kosketussuojalippojen tai vastaavien rakenteiden pintarakenteiksi, kun rakenne ei ole altis halkeilulle, eikä halkeamia ole syntynyt betonointivirheiden seurauksena.
- .2 Mekaanista räsitusta kestävältä pinnoitteelta (elementtisillat) vaaditaan seuraavat ominaisuudet:
  - puristuslujuus  $\geq 35$  Mpa
  - laastin on sisällettävä polymeeria tartunnan, vesitiiveyden ja halkeamien silloituskyvyn parantamiseksi (ei kuitenkaan edellytetä varsinaista halkeamien silloituskykyä)
  - pinnoitteen kokonaispaksuus on vähintään 3 mm.

Kyseiset vaatimukset täyttävät SILKO-hyväksytyt tuotteet on esitetty SILKO-ohjeessa /3/ 3.253. Pinnoitustöissä on noudatettava materiaalitoimittajan antamia työohjeita.

- .3 Jos pinnoitteelta ei vaadita mekaanisen rasituksen ominaisuuksia, tuotteen ominaisuuksissa pääpaino on halkeamien silloitus- ja tiiveysominaisuuksilla. Tällaisia kohteita ovat kaukalopalkkisillan reunapalkin yläpinnat. Pinnoituksen kerrospaksuus on 2\*1 mm. Hyväksytyt tuotteet on ilmoitettu SILKO-ohjeessa 3.253 /3/.
- .4 Sementtiliima on poistettava suihkupuhdistuksen avulla SILKO-ohjeen 1.203 /3/ normaali suihkupuhdistus mukaiseen karheusasteeseen. Kun reunapalkin yläpinnan halkeiluriski on vähäinen (1-aukkoiset sillat), voidaan käyttää silloittamatonta sementtipohjaista pinnoitetta. Kun pinnoitteelta vaaditaan halkeaman silloituskykyä (jatkuvat tai ulokkeelliset sillat), on käytettävä halkeaman silloittavaa ( $\geq 0,3$  mm) sementti- tai polymeeripohjaista pinnoitetta. Kaukalopalkkisillan kaukalon pystypinta suojataan samalla pinnoitteella kuin reunapalkin yläpinta tai käyttäen SYL:n kohdan 3.2.7 mukaista tiivistystä.

#### 6.2.3.102 Polymeerisementtibetoni

- .1 Tuoreen betonivalun päälle valettu teräskuituja (EE-kuituja, 18 mm, 50 kg/m<sup>3</sup>) sisältävä polymeerisementtibetoni (PCC), eli lateksibetoni toimii pintarakenteiden (vesieristys + suojabetoni) korvaavana vaihtoehtona. Lateksibetonin materiaali- ja työohjeet on esitetty SILKO-ohjeessa 1.202 /3/.
- .2 Lateksibetonia ei saa käyttää kannen pintarakenteena jatkuvilla silloilla halkeiluriskin vuoksi.
- .3 Kuumissa olosuhteissa lateksibetonin käyttöä on syytä välttää samasta syystä.
- .4 Sallittuja käyttökohteita ovat suolaamattomat 1-aukkoiset kehäsillat ja elementtikannet.
- .5 Lateksibetonin käyttö on sallittu vain RHK:n luvalla ja hyväksytyllä suunnitelmalla.

#### 6.2.4 Teräskannen eristys

##### 6.2.4.4 Ruiskutettavat ja sivelävät massaeristykset

- .1 Rautatiesilloilla käytetään polyuretaanielastomeerieristystä. Terässillan polyuretaanielastomeerieristys sisältää primerkäsittelyn ja kohdan 6.2.3.5 mukaisen 4 mm:n elastomeeripinnoitteen. Ennen primerkäsittelyä eristettävät teräspinnat korroosiosuojataan vähintään yhdellä pohjamaalikerroksella.

- .101 Ruiskutuksen yhteydessä tehdään erillinen koelevy (150\*150 mm<sup>2</sup>), jolla tarkkaillaan eristeen paksuutta työn aikana.
- .102 Pinnoitteen päälle asennetaan luonnon materiaalista tehtyä salaojasoraa 50 mm (ei murskattua). Salaojakerroksen päälle asennetaan suodatinkangas (käyttöluokka 3).

#### **6.2.4.5 Kermieristys**

- .101 Teräksisillä rautatiesilloilla ei käytetä kermieristystä.

### **6.3 Eristyksen suojaus**

#### **6.3.3 Suojabetoni**

- .101 Suojabetoni rautatiesilloilla

Betonin osa-aineiden, sementin, runkoaineen, veden ja lisäaineiden tulee täyttää SYL 3:ssa esitetyt vaatimukset.

Suojabetoniin asennetaan keskeinen harjateräsverkko # 150 mm Ø 6 mm (A500 HW) tai # 5-150 (B500P) tai käytetään teräskuituja SYL:n kohdan 6.3.3 mukaisesti.

Betoniterästen on täytettävä lujuus- ja laatuluokkatunnuksen perusteella määräytyvän SFS-standardin mukaiset vaatimukset.

Suojabetonin paksuus on 50 mm ellei suunnitelmassa ole toisin mainittu. Suurin sallittu paksuusvaihtelu on +20...-10 mm. Keskimääräinen paksuus ei saa ylittää teoreettista paksuutta enempää kuin 15 mm. Suojabetonin reunaan reunapalkin vieressä tehdään 200 mm:n levyinen ja 50 mm korkea viiste.

Pinnan käyryys ja aaltoilu ei saa olla suurempi kuin 6 mm 2 metrin matkalla mitattuna. Suojabetonin yläpinnan tasaisuuden ja kallistuksen tulee olla sellaiset, ettei vesi jää seisomaan lätäköiksi sen pinnalle.

## 7 VARUSTEET JA LAITTEET, RAUTATIESILLAT

### 7.1 Yleistä

Tässä osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin varusteiden ja laitteiden laatuvaatimuksiin, ohjeisiin ja työmenetelmiin, SYL 7, Varusteet ja laitteet.

Tiesiltojen ja tiesiltamaisten rakenteiden varusteiden ja laitteiden tyyppi-hyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 7:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Varusteet ja laitteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 7-R.

#### 7.1.1 Soveltamisalue

- .101 Muiden kuin tiesiltojen osalta noudatetaan vastuussa olevan viranomaisen ohjeita. Rautatiesiltojen varusteiden ja laitteiden osalta noudatetaan SYL 7-R ohjetta täydennettynä Tiehallinnon SYL 7 ohjeella. RHK noudattaa omistamiensa tiesiltojen ja laitursiltojen osalta Tiehallinnon ohjetta, SYL 7.

### 7.2 Liikuntasaumat

#### 7.2.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .2 Rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteen on oltava RHK:n hyväksymää tyyppiä. Lisäksi rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteiden tarve on esitetty RAMOn osassa 8 /1/. Toteutettava saumarakenne esitetään siltasuunnitelmissa.
- .3 Muita liikuntasaumalaitteiden laatuvaatimuksia

##### Liikkeiden kestävyys

Saumalaitteen liikemäärän ollessa yli 100 mm tiivistävän kumin kokonaisliikemäärä saa olla yhtä kumielementtiä kohden enintään 80 mm.

##### Vesitiiveys ja vesien pois johtaminen

Rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteet suunnitellaan vesitiiviiksi, ellei suunnitelmissa muuta todeta. Vesitiiveyttä ei vaadita, jos siltarakenteiden



säilyvyys- ja ulkonäköseikat siltapaikan sijainti huomioon otettuna eivät sitä edellytä. Jos vesitiivis liikuntasaumalaite padottaa vesiä siltakannella, padotuskohtaan tehdään ylimääräinen syöksytorvi.

#### Itsepuhdistuvuus

Rautatiesilloilla ei ole itsepuhdistuvuuden vaatimusta, koska liikuntasaumalaite varustetaan aina mekaanisen rasituksen kestäväällä peitelevyllä. Liikuntasaumalaitteen on oltava huuhdeltavissa.

#### Pitkäaikaiskestävyys

Liikuntasaumalaitteella on oltava hyvä kulutuskestävyys raiteen tukikerroksen mekaanista rasitusta vastaan.

#### Vaihdettavuus ja huollettavuus

Liikuntasaumalaitteen on oltava yksinkertaisesti ja nopeasti huollettavissa ja vaihdettavissa useassa osassa. Toimenpiteet on voitava tehdä lyhyillä liikennekatkoilla yksi raide kerrallaan.

#### Toiminta sepeliesteenä

Poikittainen tai pitkittäinen sauma, jossa ei ole vesitiiviysvaatimusta, varustetaan kuumasinkityllä teräksisellä tai ruostumattomalla sepelisuojalevyllä. Levyn tulee estää sepelin tippuminen liikuntasumaan. Levy tulee asentaa siten, ettei se pääse siirtymään pois paikaltaan.

### **7.2.2 Asennus**

#### **7.2.2.3 Liikuntasaumalaitteet**

- .5 Laitteen tukikaistat tehdään seuraavasti:

Liikuntasaumalaitteen viereinen kansirakenne tehdään betonista, jonka lujuus on vähintään sama kuin siltakannen betonilla.

### **7.3 Laakerit ja nivelet**

#### **7.3.1 Yleiset laatuvaatimukset**

- .5 Laakerien vaihtoa varten päällysrakenteen ja laakeritason väliin on mahdollettava tunkki, jonka korkeus kumilevy-laakereita käytettäessä on vähintään 200 mm ja muita laakerityyppejä käytettäessä vähintään 250 mm. Kun

sillan tuki muodostuu vain yhdestä pilarista, pilarin päällä on oltava tilaa myös tunkeille tai tunkkausalusta on voitava rakentaa pilarianturan päälle. Kun tuella on vähintään kaksi pilaria, pilarin päällä on oltava vähintään sen verran tuentatilaa, että pilarin päälle voidaan asentaa tunkkausalustan apupalkki.

- .6 Kun siltarakenne on avoin, tukikerrokseton ja pölylle ja lialle altis, kaikki laakerityypit on varustettava pölysuojilla, joiden ulkopuolella on laakerin sijainnin osoittava viisari. Laakerin kunnon tarkastuksia varten pölysuoja on viisareista ja mitta-asteikoista huolimatta oltava helposti avattavissa tai poistettavissa ilman työkaluja.

#### Kumilevylaakerit

- .101 Jos sillan perustus on siirtymän salliva mastorakenne, sillan tukirakenteiden ja siltakannen välissä on oltava kumilevylaakerin lisäksi siltakannen kiertymän salliva ja vaakakuormat ottava terästappirakenne.

Jos sillan perustus on siirtymätön, suunnitteluohjeita suuremmat siltakannen poikittaiset liikkeet on estettävä teräksisillä ohjauslaakereilla kumilevylaakerien lisäksi.

## 7.6 Suojalaitteet

### 7.6.1 Kaiteet ja johteet

#### 7.6.1.2 Laatuvaatimukset

- .101 Rautatiesiltojen kaiteena käytetään kuumasinkittyä (SFS-EN ISO 1461 /26/ ja SFS 4449 /27/), teräksistä kaidetta, joka kiinnitetään siltaan kuumasinkityllä pulttikiinnityksellä. Kaiteen yläpinnan tulee olla paljasta metallia maadoitussyistä. Ankkurointiteräksenä voi olla kierretanko tai kiilapultti. Jos ankkurointiteräs katkaistaan kierretangosta, tulee näkyviin jäävä katkaisukohta korroosiosuojata sinkkisilikaatti- tai sinkkipölymaalilla. Kierretankoteräs kiinnitetään sementtilaasti- tai polymeerijuotoksella. Käytettäessä kiila-ankkureita tulee pultin löystyminen estää polymeerijuotoksella.
- .102 Kaidelevityksiä tehtäessä kaide voidaan kiinnittää huoltokäytävän teräskonsolin päähän.
- .103 Kaideverkkoa tarvitaan, jos sillan alla on ajoneuvo- tai kevyenliikenteen väylä. Kaideverkon tulee ulottua koko kaiteen korkeudelle. Kaideverkon alareunan ja sillan reunapalkin tai huoltokäytävän ritilätason yläpinnan välinen rako saa olla korkeintaan 20 mm.

- .104 Kuumasinkityn teräksisen verkkokaiteen maalaus käsittely tehdään polyesteripulverimaalauksena. Maalikalvon paksuusvaatimus on vähintään 80 µm. Maalaus alustan esikäsittely on kevyt suihkupuhdistus tai sinkki-fosfatointi.
- .105 Radan suoja-aitaa voidaan jatkaa kaiteena sillan ylitse.
- .106 Vaakasuuron kosketussuojalipan kohdalle tiesillan kaiteeseen kiinnitettävän suojalevyn tai verkon laatuvaatimukset on esitetty kohdassa SYL 7.6.3.

### 7.6.3 Muut suojalaitteet

- .101 Kolhaisusuojat ja törmäyspalkit

Alikulkusiltojen ja alikäytävien siltakansien alanurkkiin sijoitetaan kolhaisusuojat, kun sillan kanteen on olemassa alimenevän liikenteen törmäysvaara. Törmäyssuoja tehdään voimassa olevan normaalipiirustuksen mukaan kuumasinkitystä teräksestä, jonka pintaan tarvittaessa maalataan keltamustaväriset 200 mm leveät huomioraidat. Maalaus sisältää vinyylipohjamaalin ja akryylimaaalin. Maalaus tehdään välittömästi kuumasinkityksen jälkeen tai muutoin sinkkipinnat on käsiteltävä kevyellä suihkupuhdistuksella ennen maalausta. Molempien kerrosten kuivan kalvon paksuuden on oltava vähintään 40 µm. Huomioväritys voidaan tehdä vaihtoehtoisesti itseliimautuvilla tarrakalvoilla.

Jos kolhaisusuojaan ei tule huomioväritystä, näkyviin jäävät teräspinnat on suojattava huolellisesti likaantumiselta betonoinnin ajaksi. Jos törmäyssuojaa ei saada puhdistettua sementtiliimavalumista, koko näkyvä törmäyssuoja on maalattava sinkkipinnalle soveliaalla maalilla.

Jos törmäyssuojana käytetään siltakannesta irti olevaa tai sillan ulkopuolelle sijoitettua teräsrakennetta tai porttaalia, törmäyssuoja on suunniteltava siten, että törmäyspalkki ei putoa törmäystilanteessa alimenevälle väylälle.

- .102 Huoltokäytävät

Rautateiden huoltohenkilöitä varten sillan reunaan kiinnitetään teräsrakenteinen, kuumasinkitty ritilätaso, jonka teräskonsolin päähän kiinnitetään rautatiesillan kaide. Huoltokäytäviä tehdään etupäässä vanhojen siltojen kaidelevytyksiä varten. Huoltokäytävät toteutetaan normaalipiirustussarjaa tai siltakohtaisia suunnitelmia käyttäen.

Huoltokäytävän tulee jatkua ratapenkereelle turvallisen kulkemisen takaamiseksi.

Huoltokäytävä toimii radan kunnossapitohenkilöstön väylänä. Huoltokäytävän päihin voidaan asentaa normaalipiirustussarjan mukainen kulmatukimuurielementti jatkuvuuden saavuttamiseksi.

#### .103 Kosketussuojalipat ja -seinämät

Kosketussuojarakenteet asennetaan noudattaen siltakohtaista suunnitelmaa ja Tiehallinnon ohjetta Siltojen kosketussuojarakenteet /28/.

## 7.7 Muut varusteet ja laitteet

### 7.7.3 Tippuputket

- .5 Tippuputken yläpäässä laipan ympäristö tiivistetään polymeerilla SILKO-hyväksyttyjä /3/ tiivistys- tai imeytysaineita käyttäen, kuumuuden kesto-vaatimusta ei ole rautatiesilloilla.
- .6 Tippuputkien sijoittelussa rautatieliikenteen ja jännitteisten rakenteiden läheisyydessä on noudatettava RHK:n antamia määräyksiä ja ohjeita.

### 7.7.4 Pintavesiputket

- .101 Jos raiteen tukikerros on soraa tai hienosepeliä, estetään tukikerros-materiaalin valuminen pintavesiputken säleikön läpi asentamalla 200\*200 mm<sup>2</sup>:n haponkestävä verkko # 10 mm, lankapaksuus 0,9 mm sekä suodattinkangaspala kumibitumilla liimaten pintavesiputken säleikön päälle.
- .102 Pintavesiputkien vesi ei saa roiskua sillan tukirakenteisiin eikä se saa syövyttää sillan luiskarakenteita. Pintavesiputki jatketaan tarvittaessa tuen vieressä alas saakka haponkestävällä teräsputkella.
- .103 Pintavesiputken jatkeen alle sillan etuluiskaan tulee sijoittaa kivisilmä tai vastaava, josta vesi ohjataan hallitusti ojaan tai viemäriin..

### 7.7.6 Salaojat

- .101 Jos suojabetonillisessa pintarakenneratkaisussa joudutaan jättämään yksi tai useampi tippuputki pois ajoradan tai kevyen liikenteen väylän kohdalla, poisjätettyjen tippuputkien välille on asennettava salaojarakenne. Salaoja tehdään salaojamatosta, jonka paksuus on noin 10 mm ja leveys noin



100 mm. Matto kääritään suodatinkankaaseen ja asennetaan valettavan suojabetonin sisään.

#### **7.7.7 Kaapeliputket, -hyllyt ja kaapelikanavat**

- .101 Rautatiesilloilla käytetään kaapelikanavina RHK:n hyväksymiä kanavaelementtityyppejä. Reunapalkin päälle sijoitettu kaapelikanava on ankkuroitava reunapalkkiin vähintään kahdesta kohdasta ja kosteuden poistuminen kaapelikanavasta raiteen puolelle on varmistettava.
- .102 Kun kaapelikanavan ulkomittojen pitää olla mahdollisimman pienet, kuten kaukalopalkkisillassa, voi radan tukikerrokseen sijoitetun kaapelikanavaelementin materiaali olla kuumasinkittyä terästä.

#### **7.7.8 Tarkkailu- ja kontaktitapit**

- .4 Rautatiesiltojen tai maadoitettujen ylikulkusiltojen maadoituskorvakkeita tai -vemoja voidaan käyttää myös kontaktitappeina.

##### **7.7.101 Tukikerroksen katkaisulaite**

- .1 Radan tukikerroksen katkaisulaitteen tarve sillan päissä on määritelty ohjeessa RAMO 8, osa Sillat /1/.
- .2 Katkaisulaitteesta laaditaan siltakohtainen suunnitelma.
- .3 Katkaisulaite mitoitetaan maanpaineelle (lepopaine) sekä 10 kN raiteen suuntaiselle vaakakuormalle, joka vaikuttaa ratapölkyn sivupinnan keskikohdan korkeudella. Suurin sallittu taipuma on 2 mm.
- .4 Katkaisulaitteen teräslaadun iskutkeysluokka on 32. Laitteen pintakäsittely on kuumasinkitys SYL 4.5.4 kohdan mukaan tai epoksiterva- maaliyhdistelmä TIEL 4.3.
- .5 Katkaisulaitteen kumiosilla tulee olla erittäin hyvä säänkestävyys sekä hyvä öljynkestävyys, esim. kloropreenikumilevy.
- .6 Katkaisulaite on oltava jälkikiinnitteinen sekä nopeasti ja helposti vaihdettavissa raide kerrallaan.
- .7 Katkaisulaitteen on oltava yläreunastaan suljettu.
- .8 Katkaisulaitteen tulee sallia kiskonliikuntalaitteen esteetön toiminta.

### 7.7.102 Sillan maadoitus

#### 7.7.102.1 Yleistä

- .1 Sähköistettyjen tai sähköistysohjelmassa olevien ratojen rautatie- ja ylikulkusillat maadoitetaan RHK:n ohjeiden mukaisesti noudattaen RSO:n osaa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje /29/.
- .2 Maadoitustyö tehdään rinnan muun siltarakentamisen kanssa. Maadoitus tehdään aina RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväksymän suunnitelman mukaisesti.
- .3 Työhön osallistuvien pätevyys on täytettävä RHK:n julkaisun Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset asettamat ehdot /2/.

#### 7.7.102.2 Rakenteet ja materiaalit

- .1 Maadoituksessa on käytettävä hyväksyttyjä, tarkoitukseen ja rautatieympäristöön sopivia rakenneosia
- .2 Maadoituksessa on otettava huomioon RHK:n ratajohtomateriaalien laatukäsikirja I ja II, 15.2.1993 /30/.
- .3 Maadoituksessa on noudatettava yleisohjetta johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, 1473/829/98, 14.1.1999 /31/.
- .4 Kaikkien näkyvien ja osittainkin suojaavassa betonipeitteessä sijaitsevien teräksisten maadoitusosien on oltava haponkestävää terästä EN 10088-3-1.4436 + D2 (AISI 316) /32/, ellei suunnitelmassa ole muuta esitetty. Muut maadoitusteräokset voivat olla terästä S235JR.
- .5 Maadoituskorvake, tartuntalevy tai vastaava osa on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä (sinkitys: ks. Standardi SFS - EN ISO 1461 /26/).
- .6 Kuparijohtimen kaapelikenkä on oltava puristettava ja yleensä tinattua kuparia. Aluslevy on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä sekä jousialuslevy haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä.
- .7 Ruuvien on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä, lujuusluokka vähintään 8.8 (sinkitys: ks. Standardi SFS 4449 /27/).
- .8 Suojaseinämien ja lippojen reunojen tulee olla paljasta metallia.

### *7.7.102.3 Hitsaus*

- .1 Maadoitusteräket on oltava hitsattavia ja halkaisijaltaan vähintään 10 mm.
- .2 Betoniraidoitteiden maadoitusterästen jatkokset on tehtävä hitsaamalla.
- .3 Sillan maadoitusosien hitsausluokat määräytyvät sillan rakenneosien hitsausluokkien mukaan.
- .4 Kaikki hitsisaumat on tarkistettava silmämääräisesti eri rakenneosien edellyttämien tarkastusten lisäksi.

### *7.7.102.4 Sähköiset vaatimukset*

- .1 Sillan maadoitettavaksi määrätyt pääosat on maadoitettava paluukiskoon kahdella erillisellä johtimella.
- .2 Maadoitusjohdon on 25 mm<sup>2</sup> kupariköysi (SFS-EN 13602 /33/) ja yli 10 mm liikkuvien saumojen ylityksessä hienosäikeinen tinattu kuparijohdin (DIN 43138 /34/).
- .3 Kupariköysi ja kuparijohdin asennetaan aina, kun se on mahdollista, siltarakenteeseen upotettuun putkeen.
- .4 Maadoituksen paluukiskoon liittämenetelmät on oltava RHK:n hyväksymiä.
- .5 Vahvavirtaliittimien on täytettävä standardin SFS 2663 /35/ vaatimukset.
- .6 Maadoitusten alumiiniliitosten on täytettävä standardien SFS 3737 /36/ ja SFS 3738 /37/ vaatimukset.
- .7 Maadoitusliitoksen on oltava metallinen ja puhdas eikä kosketuspinnat saa olla maalattuja eivätkä muovitettuja.
- .8 Jännitteen poislaukaisun varmistamiseksi vikatapauksissa on maalattujen siltojen alareunoissa oltava metallinen kosketusluiska.
- .9 Ennen paluukiskoon liittämistä mitataan sekä sillan maadoitusimpedanssi eristysvastusmittauksena paluukiskoa vastaan että sillan sisäisen maadoitusverkon metallinen yhtenäisyys vastusmittauksena (SEM-pisteet). Mittaustulokset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan.

- .10 Paluukiskoon liittämisen jälkeen sähköalan ammattilainen mittaa maadoitusjohtimien metallisen yhtenäisyyden ja merkitsee mittauspisteet (SAM-pisteet) loppukuviin. Mittaustulokset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan.
- .11 Maadoitus liitetään paluukiskoon viivytyksettä ja tarvittaessa työvaiheittain.
- .12 Sähköistämättömällä rataosalla olevan sillan valmiiksi rakennettu maadoitus liitetään paluukiskoon sähköistyksen yhteydessä.
- .13 Työnaikaiset sillan osat ja muut rakenteet maadoitetaan tarpeellisessa määrin.
- .14 Sähkötekniisten vaatimusten lisäksi maadoitukset tulee täyttää muut niihin kohdistuvat vaatimukset, kuten asennettavuus, tarkastettavuus ja korjattavuus.
- .15 Ennen maadoitusjohtimen liittämistä paluukiskoon on varmistettava, mihin kiskoon tai kiskoihin silta on maadoitettava, vai sallivatko raidevirtapiirit ja sillan maadoitusvastus lainkaan sillan maadoittamista suoraan paluukiskoon. Vaihtoehtona on sillan maadoittaminen (mahdollisesti myöhemmin tulevan) M-johtimen tai impedanssisillan kautta.

#### **7.7.102.5 Maadoituksen tarkastus**

- .1 Maadoitus on voitava helposti tarkastaa sillan rakentamistyön aikana työvaiheittain.
- .2 Maadoitusterästen liitoskohdat merkitään selvästi työmaalla esim. keltaisella maalilla.
- .3 Maadoitusliitoksen on oltava tarkastettavissa, mutta se ei saa sijaita liian näkyvällä tai vaurioalttiilla paikalla.

#### **7.7.102.6 Dokumentointi**

- .1 Valmistuneen sillan maadoituksesta laaditaan toteumapiirustus, joka arkistoidaan RHK:n määräämällä tavalla.
- .2 Maadoitettavista osista laaditaan, jos tilaaja vaatii, luettelo suunnitelman liitteeksi.
- .3 Mittauspöytäkirjat toimitetaan tilaajalle.



*7.7.102.7 Ohjeista poikkeaminen*

- .1 Voimassa olevista maadoituksen suunnittelu- ym. ohjeista poiketaan vain RHK:n luvalla.

## VIITTEET

- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO). Helsinki, Ratahallintokeskus.
  - Osa 3 Radan rakenne
  - Osa 8 Sillat
  - Osa 15 Radan kunnossapitosekä muut osat soveltaen.
  
- /2/ Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset. Helsinki 2000. Ratahallintokeskuksen julkaisu C1.
  
- /3/ Siltojen korjausohjeet (SILKO). TIEL 223220-223223.
  
- /4/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL). Helsinki. Ratahallintokeskus.
  - Osa 1 Yleinen osa
  - Osa 2 Alustavat työt
  - Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt
  - Osa 4 Kuivatustyöt
  - Osa 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt
  - Osa 6 Kalliorakennustyöt
  - Osa 8 Alituksetsekä muut osat soveltaen.
  
- /5/ Junaturvallisuussääntö. Jt. Helsinki 1996. Ratahallintokeskus.
  
- /6/ Sähköratamääräykset. Helsinki 2001. Ratahallintokeskuksen julkaisu B5.
  
- /7/ Työntekijöiden turvaaminen liikenteenalaisilla radoilla suoritettavissa radanpito-  
töissä (VR 5223). 1991. Menettelyohje. Oy VR-Rata Ab.
  
- /8/ Rakennuskaivanto-ohje, RIL 181-1989. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL  
r.y. Helsinki 1989.
  
- /9/ Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatie-  
alueiden kaivantotöissä. 1993. VR Ratayksikkö, georyhmä.
  
- /10/ Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla. 1994. VR Ratayksikkö,  
georyhmä.
  
- /11/ Siltapaalujen laadunvarmistus iskuaaltomittauksella. 1994. VR Ratayksikkö, geo-  
ryhmä.
  
- /12/ Teräsputkipaalut rautatiesilloissa, Oy VR-Rata Ab, Suunnitteluosasto.

- /13/ Porapaalutusohje, Tiehallinto, Siltayksikkö. TIEH 2000002-01.
- /14/ Suurpaalutusohje 2001, SPO-2001. RIL 212-2002. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y. ja Suomen Geoteknillinen Yhdistys r.y. Helsinki 2001
- /15/ Teräspuutkipaalut. Tiehallinto, Siltayksikkö. Helsinki 1999. TIEL 2173448-99.
- /16/ Betonipinnat. by 40-1994. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /17/ Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta, VTT TEST 375-93.
- /18/ Jälkihoito-opas. 1995. VTT.
- /19/ Ruiskubetoniohjeet. by 29-1993. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /20/ Betonirakenteiden korjausohjeet. by 41-1996. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /21/ SFS-EN 288-2. 1997. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Osa 2: Hitsausohjeet kaarihitsaukselle. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 14 s.
- /22/ SFS-EN 970. 1997. Hitsien rikkomaton aineenkoestus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /23/ Ratahallintokeskuksen hyväksymät aineet ja kemikaalit 371/739/00. Helsinki 2000. Ratahallintokeskus.
- /24/ Suomen Rakentamismääräyskokoelma, B10 Puurakenteet, ohjeet. Helsinki 2001. Ympäristöministeriö.
- /25/ Sillanrakentamisen valvontaohje - SVO. Helsinki 1993. TIEH 2220001.
- /26/ SFS-EN ISO 1461. Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappale-tavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät. 1999. Suomen Standardisoimisliitto. 28 s.
- /27/ SFS 4449. Metallien pinnoitteet. Kierteitettyjen teräskappaleiden kuumasinkitys. 1979. Suomen Standardisoimisliitto. 5 s.
- /28/ Siltojen kosketussuojarakenteet. Tiehallinto 2001.

- /29/ Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO), Helsinki, Ratahallintokeskus  
- osa 5 Sillan rakentaminen liikennöidylle raiteelle  
- osa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje  
sekä muut osat soveltaen.
- /30/ RHK:n ratajohtomateriaalien laatukäsikirja I ja II, 15.2.1993. Helsinki. Ratahallintokeskus.
- /31/ Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, 1473/829/98, 14.1.1999. Helsinki. Ratahallintokeskus
- /32/ SFS-EN 10088-3. 1995 Ruostumattomat teräkset. Osa 3: Yleiseen käyttöön tarkoitetut tangot, valssilangat, profiilit ja vastaavat puolivalmisteet. Tekniset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 79 s.
- /33/ SFS-EN 13602. 2002. Kupari ja kupariseokset. Sähköjohtimissa käytettävä vedetty pyöreä kuparilanka. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 38 s. (Korvannut SFS 3819 8.11.2002)
- /34/ DIN 43138, 9/1980. Flexible cables for overhead equipment and return current, Deutsches Institut für Normung e.V.
- /35/ SFS 2663. 1975. Vahvavirtaliittimien rakenne ja koestus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 13 s.
- /36/ SFS 3737. 1988. Sähkötekniikan ruuviliitokset. Lautasaluslaatta. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 2 s.
- /37/ SFS 3738. 1976. Aluslaatta alumiiniliitoksia varten. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 2 s.



## **RADAN LÄHELLÄ TEHTÄVIEN MAA-, POHJA- JA KALLIORAKENNUSTÖIDEN TYÖTURVALLISUUS-SUUNNITELMASSA HUOMIOITAVAT ASIAT**

### **Yleistä**

Maa-, pohja- ja kalliorakennustöissä käytetään työkoneita, joiden liikkuminen/kääntyminen tai kaatuminen voi aiheuttaa vaaran työntekijöille, muille työalueella tai sen läheisyydessä liikkuville ihmisille sekä juna- tai ajoneuvo-liikenteelle.

Samanlainen vaara voi syntyä mikäli työkoneiden käsittelemä rakennustarvike/taakka irtoaa, putoaa tai kaatuu. Tyypillinen tällaisen vaaran potentiaalinen aiheuttaja on esim. pystyyn nostettu paalu tai pontti.

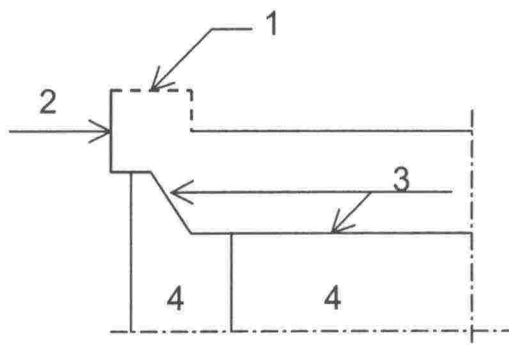
Louhintatöissä vaara voi aiheutua räjäytysaineiden käsittelystä tai räjäytystyön aiheuttamasta kivien ja lohkareiden sinkoilusta. Tähän vaaraan varautuminen käsitellään räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelmassa.

Tässä yhteydessä ei käsitellä sähköistetystä radasta/ratalaitteista aiheutuvia turvallisuusasioita vaan ne huomioidaan työkohteen työturvallisuussuunnitelmassa.

### **Mahdolliset vaaraa aiheuttavat työkoneet/työvaiheet**

<b>Työkone</b>	<b>Vaaran aiheuttaja</b>
Paalutuskone	paalun tai pontin irtoaminen/kaatuminen
	Paalutuskoneen liikkuminen/kääntyminen/kaatuminen
Nosturi	Taakan putoaminen
	Nosturin liikkuminen/kaatuminen
Kaivinkone	Kaivinkoneen liikkuminen/kääntyminen/kaatuminen
Muut työkohteessa käytettävät koneet/ajoneuvot	Koneiden liikkuminen/kaatuminen

## UUSIEN BETONIRAKENTEIDEN PINNOITUSTYYPIT



Rakenne ja pinnoitusvaihe	Menetelmä
1. Reunapalkin ylä- ja sisäpinta, halkeilualtis rakenne	
1.1 Sementtipohjainen, halkeamat silloittava pinnoitus	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- pinnan esikostutus	vesi
- pinnoitus	elastinen sementtipinnoite 2 x 1 mm
1.2 Käsilevitteinen polyuretaanielastomeeri	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- ylitasoitus 2-3 mm	polymeeripitoinen tasoituslaasti
- pohjustus	polyuretaanipohjuste, 1 sively
- elastinen vedeneriste	polyuretaanielastomeeri, 2 x (n.1000 µm)
2 Reunapalkin sivu- ja alapinta, halkeilualtis rakenne, ei töherryssalttiutta	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- ylitasoitus 2-3 mm	polymeeripitoinen tasoituslaasti
- maalaus suoja-pinnoitteella	elastinen akryylimaali 3 x (n. 400 µm)
3 Kannen alapinta, kannen sivupinta, ei töherryssalttiutta	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- ylitasoitus 2-3 mm	polymeeripitoinen tasoituslaasti
- maalaus suojapinnoitteella	elastinen akryylimaali 2 x (n. 300 µm)
4 Etumuuri, siipimuurit, pilarit , pystyseinät	
4.1 Ei suolarasitusta, ei töherryssalttiutta	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- ylitasoitus 2-3 mm	polymeeripitoinen tasoituslaasti
- maalaus suojapinnoitteella	elastinen akryylimaali 2 x (n. 300 µm)
4.2 Ei suolarasitusta tai suolarasitettu, töherryssalttis	
- sementtiliiman poisto	hiekkapuhallus
- ylitasoitus 2-3 mm	polymeeripitoinen tasoituslaasti
- pohjustus	polyuretaanipohjuste
- maalaus	polyuretaanipinnoite
- töherryssuojausmaalaus	teflonpinnoite

## RATAHALLINTOKESKUS

### RAUTATIESILTOJEN SUOSITELTAVAT MAALAU SJÄRJESTELMÄT KÄYTTÖKOhteittain

Terässiltojen ja siltamaisten erikoisrakenteiden maalausjärjestelmät ilmastollisessa rasituksessa.

Rakenneosa	Kaikki rasitusluokat	
	Uudismaalaus	Huoltomaalaus
Rautatiesillat, jotka on aiemmin maalattu alkydimaalein.		TIEL 3.1 tai TIEL 4.9 Uudelleenmaalauksessa käytetään TIEL 4.9 kun saavutetaan esikäsitteilyaste Sa2 tai St2 tai TIEL 4.12 kun saavutetaan esikäsitteilyaste Sa2½
Rautatiesillat varusteineen. Rautatiesillat maantiesiltojen yhteydessä.	Tiel 4.12	TIEL 4.12, TIEL 4.9
Apusiltakalusto ja väliaikaiset siltarakenteet. Kääntöpöydät ja nosturit ulkona.	TIEL 4.2	Tiel 4.2 tai TIEL 4.9
Kuumasinkityt verkkomaiset kaiteet ja runkorakenteet sekä muut verkkomaiset rakenteet.	RHK 5.1 polyesterijauhemaalaus, 80/1-FeZnSaS, maalintoimittajan erillisen ohjeen mukaisesti	RHK 5.1, polyesterijauhemaalaus, 80/1-FeZnSaS, maalintoimittajan erillisen ohjeen mukaisesti
Kuumasinkityt laiturikatokset ja erikoiskaiteet.	TIEL 4.12	TIEL 4.12
Kuumasinkittyjen aaltoputkien ja teräsputkipaalujen lisäsuojaus	RHK 5.2 CTE 250/2-FeZnSaS	RHK 5.2 CTE 250/2-FeZnSaS
Rautatiesiltojen teräskaukalot.	RHK 5.3 PUR-elastomeeri 4 mm - Fe Sa2½	RHK 5.3 PUR-elastomeeri 4 mm - Fe Sa2½
Rautatiesiltojen puuratapölkkyjen ja teräsrakenteen kosketuspinta.	RHK 5.4 ESIZn(R)60/1 - FeSa Sa2½	RHK 5.4 ESIZn(R)60/1 - FeSa Sa2½
Ruiskusinkittyjen teräsrakenteiden lisäsuojaus.	TIEL 4.21 tai TIEL 4.22	TIEL 4.21 tai TIEL 4.22

Korjausmaalaus tehdään alkuperäisen maalausjärjestelmän mukaan.

Huoltomaalaus tehdään alkuperäisen maalausjärjestelmän mukaan edellyttäen, että saavutetaan kyseisen maalausjärjestelmän vaatima esikäsitteilyaste.

Mikäli alkuperäisen maalausjärjestelmän vaatimaa esikäsitteilyastetta ei saavuteta, käytetään edellä olevassa taulukossa esitettyjä vaihtoehtoisia maalausjärjestelmiä. Tällöin tehdään kyseistä huoltomaalaustyötä varten erillinen työseloste.



RATAHALLINTOKESKUS

PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI

Yhteenvedo liitteenä olevasta  
kelpoisuusaineistosta

Työkohde
Tilaaja
Urakoitsija

LAATURAPORTIN LIITTEET:

Pintakäsittelysuunnitelma	pvm
Työ- ja työvaihekohtainen laatusuunnitelma	pvm
Tekninen työsuunnitelma	pvm

	Täyttää vaatimukset	Ei täytä vaatimuksia
<b>Työalueen pintakäsittelyn seurantakortteja</b> - poikkeamaraportit; korjatut kohteet - poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin - poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana	Kpl <div></div>	<div></div> <div></div>
<b>Silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuuden mittauksen pöytäkirjoja</b> - poikkeamaraportit; korjatut kohteet - poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin - poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana	Kpl <div></div>	<div></div> <div></div>
<b>Tartuntamittauksen pöytäkirjoja</b> - poikkeamaraportit; korjatut kohteet - poikkeamaraportit; johtavat arvонvähennyksiin - poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana	Kpl <div></div>	<div></div> <div></div>
<b>Poikkeamaraportteja yhteensä</b> - poikkeamista, jotka on jo korjattu - poikkeamista, jotka johtavat arvонvähennyksiin - poikkeamista, joita seurataan takuuaikana	Kpl <div></div>	<div></div> <div></div>

Urakoitsijan allekirjoitus	Päiväys
Nimen selvennys	



## RATAHALLINTOKESKUS

## PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI

Kelpoisuuden yhteenveto

Työkohte
Tilaaaja
Urakoitsija

<input type="checkbox"/> uudismaalaus	Maalin toimittaja
<input type="checkbox"/> kunnossapitomaalaus	Maalausjärjestelmä

## KELPOISUUDEN YHTEENVETO

Terästyön laatuaste	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro
Pinnan puhdistus	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro
Työolosuhteet	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro
Maalattu pinta silmämääräisesti arvioituna	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro
Kuivakalvon paksuus	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro
Maalikalvon tartunta	<input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro

<input type="checkbox"/> Pintakäsittely tehty sopimuksen mukaisesti	<input type="checkbox"/> Poikkeamaraporteissa kuvatut virheet korjattu
<input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joista on peritty arvonnvähennystä euroa.	
<input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joita seurataan takuuajana.	

Urakoitsijan allekirjoitus	Päiväys
Nimen selvennys	

Tilaaajan allekirjoitus	Päiväys
Nimen selvennys	

RATAHALLINTOKESKUS TYÖALUEEN NRO \_\_\_\_\_ PINTAKÄSITTELYN SEURANTAKORTTI

Toimenpide		Olosuhteet					Esikäsittely				Maalaustyö									Poikkeamaportti nro	Työn- tekijän kuittaus	Huomautukset (esim. käytetty pesuaine, raemateriaali yms. vastaavat tiedot)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Ilmanlämpö C°	Pintalämpö C°	Ilman suhteellinen kosteus RH%	Kasteaste C°	Suolapitoisuuden mittaus µg/m²	Terästyön laatuas- teen parantaminen	Pesu	Hionta	Suihkupuhdistus	Pohjamaalaus	Väliamaalaus	Väliamaalaus	Pintamaalaus	Kiittäus	Pintamaalaus	Vahvennusmaalaus	Vaikeasti maalatta- vien kohtl.maalaus	Sively/lelaus				Ruiskutus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Ajankohta Pvm / klo	Al.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

[illegible]

Urakoitsijan työnjohtaja	Päiväys
Nimen selvennys	

RATAHALLINTOKESKUS

SILMÄMÄÄRÄISEN TARKASTUKSEN JA  
KALVONPAKSUUSMITTAUKSEN  
PÖYTÄKIRJA

Työkohte	Urakoitsija
----------	-------------

Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	
Tarkastusalue nro		= työalueet nro	

Silmämääräisen tarkastuksen havainnot valmiin maalikalvon virheistä kirjataan tarkastusalueittain samanaikaisesti kalvonpaksuusmittausten yhteydessä.

Silmämääräinen tarkastus		Tarkastusalueen nro					
Värisävy	Hyväksytty						
	Korjattava						
Kiiltoaste	Hyväksytty						
	Korjattava						
Rypistyminen	Ei havaittu						
	Korjattava						
Valuminen	Ei havaittu						
	Korjattava						
Karhea pinta	Ei havaittu						
	Korjattava						
Huokoinen pinta	Ei havaittu						
	Korjattava						
Kuplinut pinta	Ei havaittu						
	Korjattava						
Halkeilu	Ei havaittu						
	Korjattava						
Maalaamaton alue	Ei havaittu						
	Korjattava						
Muut	Ei havaittu						
	Korjattava						

- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset
- ☐ Havaitut virheet korjattu
- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset lukuun ottamatta tarkastusalueita nro \_\_\_\_\_, joista on tehty poikkeamaraportit nro \_\_\_\_\_.

Tarkastuksen tekijä	
Nimen selvennys	pvm

- Kalvonpaksuuden mittaus
- ☐ Pohjamaalaus, nimelliskalvonpaksuus \_\_\_\_\_µm
- ☐ Valmis maalikalvo, nimelliskalvonpaksuus \_\_\_\_\_µm

Kalvonpaksuus µm	Tarkastusalue / vertailualue nro					
Mittausalue						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Tulosten ka. µm						
Tulosten min. µm						
Tulosten max µm						

- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset
- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset lukuun ottamatta tarkastusalueita nro \_\_\_\_\_, joista on tehty poikkeamaraportit nro \_\_\_\_\_.

Tarkastuksen tekijä	
Nimen selvennys	pvm

RATAHALLINTOKESKUS

TARTUNTAMITTAUKSEN PÖYTÄKIRJA

Työkohte	Tarkastusalue / vertailualue
----------	------------------------------

TARTUNTAMITTAUKSIEN TULOKSET

Mittausten määrä: Vetokokeita tehdään 6 kpl jokaista alkavaa 50 vertailualueetta kohden.

Alusta / esikäsittely Maalit kerroksittain, tyyppi ja värisävy	A
	B
	C
	D
	E
	F
Liima, tyyppi ja tuotenimi Vetolaite, merkki ja tyyppinumero	Y

Vetonopeus, mm/min tai vetolapa	Napin halkaisija, mm	Liiman kuivumisaika, h
Ilman lämpötila °C	Pinnan lämpötila °C	Ilman suhteellinen kosteus RH%

Napin nro	Mittalaite-lukema	Tartunta (N/mm²)	Irtoamistyyppi / %													Keskim. Kalvonpaksuus napin ympärillä (µm) 5 lukemaa
			A	A/B	B	B/C	C	C/D	D	D/E	E	E/F	F	F/Y	Y	
1																
2																
3																
4																
5																
6																

Tartunnan keskiarvo vertailualueella N/mm²		
<input type="checkbox"/> Tulos hyväksytty	<input type="checkbox"/> Tulos ei vastaa vaatimusta	Poikkeamaraportti nro

Mittauksen tekijä	Päiväys
Nimen selvennys	



- 1 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 6 Kalliorakennustyöt
- 2 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset (korvattu C1-julkaisulla 10.2.2000)
- 3 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 4 Kuivatustyöt
- 4 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt
- 5 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt
- 6 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 2 Alustavat työt
- 7 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 1 Yleinen osa
- 8 Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset (PYL), Osa 2 Raidetyöt
- 9 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 8 Alitukset
- 10 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 9 Pylväasperustukset
- 11 Raidesepelin tekniset toimitusehdot
- 12 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset

RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

Lisätietoja: Investointiyksikkö Harri Yli-Villamo puh.(09) 5840 5040, harri.yli-villamo@rhk.fi  
Jakelu: VR Kirjapaino, puh. 0307 25874, faksi 0307 25826

ISBN 952-445-087-9  
ISSN 1456-1220